

AMAZÔNIA

Contribuições científicas para gestão hídrica

**Nubia Caramello
Rosalvo Stachiw
Kenia Quadros
Marcelo Ferronato
(organizadores)**

**Nubia Caramello
Rosalvo Stachiw
Kenia Quadros
Marcelo Ferronato**
(organizadores)

AMAZÔNIA
contribuição científica para gestão
hídrica



Ituiutaba
2019

REALIZAÇÃO:



**Nubia Caramello
Rosalvo Stachiw
Kenia Quadro
Marcelo Ferronato**
(organizadores)

**AMAZÔNIA:
contribuição científica para gestão hídrica**



**Ituiutaba
2019**

© Nubia Caramello, Rosalvo Stachiw, Kenia Quadro, Marcelo Ferronato 2019.

Editor da obra: Anderson Pereira Portuguez.

Capa: Anderson Pereira Portuguez.

Crédito das imagens (capa e portadas): Carlos Tuyama

Revisão Gramatical: Madalena Maria Kozen

Diagramação: Anderson Ferreira de Azevedo Filho.

Editora Barlavento

CNPJ: 19614993000110. Prefixo editorial: 68066 / Braço editorial da Sociedade Cultural e Religiosa Ilê Asé Tobi Babá Olorigin.

Rua das Orquídeas, 399, Residencial Cidade Jardim, CEP 38.307-854, Ituiutaba, MG.

barlavento.editora@gmail.com

Conselho Editorial da E-books Barlavento – :

Dra. Mical de Melo Marcelino (Editora-chefe)

Pareceristas:

Prof. Dr. Anderson Pereira Portuguez

Prof. Dr. Ricardo Lanzarini

Prof. Dr. Rosselvet José Santos

Prof. Dr. Antonio de Oliveira Júnior

Profa. Cláudia Neu

Prof. Dr. Giovanni F. Seabra

Prof. Mestre Bruno de Freitas

Prof. Dr. Jean Carlos Vieira Santos

Amazônia contribuição científica para gestão hídrica . Nubia Caramello/ Rosalvo Stachiw/ Kenia Quadros/ Marcelo Ferronato (org). Ituiutaba: Barlavento, 2019, 621 p.

ISBN: 978-85-68066-97-3

**I. Amazônia. 2. Recurso Hídrico. 3. Sustentabilidade.4. Brasil
I. CAMELLO, Nubia. II. STACHIW, Rosalvo III.
QUADROS , Kenia, IV. FERRONATO, Marcelo.**

Todos os direitos desta edição reservados aos autores, organizadores e editores. É expressamente proibida a reprodução desta obra para qualquer fim e por qualquer meio sem a devida autorização da E-Books Barlavento. Fica permitida a livre distribuição da publicação, bem como sua utilização como fonte de pesquisa, desde que respeitadas as normas da ABNT para citações e referências.

*D*EDICATÓRIA

Dedicamos a presente obra a cada pesquisador ou pesquisadora que torna a pesquisa um instrumento de comprometimento socioambiental.

Que mesmo diante da ausência de recurso, de tempo, motivação e valorização se empenha em estabelecer parcerias institucionais, com a sociedade organizada e governamental em busca de que a pesquisa possa caminhar.

Que consegue transmitir aos seus alunos e integrantes do s grupos de pesquisa que atua a responsabilidade de um dado, do envolvimento na formação contínua e na capacidade de compartilhar suas descobertas e torná-las um pouco de todos, a partir do uso que se faz dela.

Também dedicamos aos integrantes e colaboradores da Série Simpósio de Recursos Hídricos in memorial e os que seguem nessa dimensão espiritual por acreditarem e atuarem voluntariamente por um bem comum: Nossas Matas e Nossos Rios.

A conjuntura atual do país nos convida a não abandonar nossa ideologia e sim nos unirmos e tornar mais forte o nosso CONHECIMENTO, fortalecendo nossa resiliência.

Estamos juntos nessa caminhada, essa obra é a prova disso.

Os Organizadores

C *ONTEXTO DA OBRA*

O convite ao diálogo hídrico através da união do conhecimento empírico e científico, vem sendo feito há nove anos, por distintos grupos com interesse em comum (CARMELLO et al, 2014, 2016). Uma metodologia que busca evidenciar a relevância de ambos os conhecimentos na busca de ampliar a participação de todos os segmentos da sociedade inseridos direta ou indiretamente nos Simpósios de Recursos Hídricos, que ocorrem a cada dois anos no Estado de Rondônia com a participação de pesquisadores de âmbito regional, nacional e internacional ampliando as escalas de comprometimento com a Amazônia.

Uma iniciativa que tem sua gênese na urgência de ecoar o grito de socorro pelas Matas e pelos Rios (alimentados pelas águas superficiais e subterrâneas), indicadores que vêm demonstrando a fragilidade da grande bacia hidrográfica amazônica nos estudos realizados por vários grupos de pesquisa em distintas escalas hidrográficas. Fato que justificou o título “Nossas Matas, Nossos Rios” atribuído ao IV Simpósio de Recursos Hídricos realizado em 2018 em Rolim de Moura - Rondônia.

É fato que desde 1997 a Lei 9.433 vem ampliando as possibilidades de implantação de espaços de gestão hídrica em várias regiões do Brasil, sendo diretriz para que cada Estado construa suas próprias leis de recursos hídricos mediante a especificidade territorial de cada um. Uma lei que somente terá o efeito esperado caso a sociedade seja participativa em todos os

seus segmentos e somente é possível a participação se há conhecimento temático, pois como Freire (2005) sempre evidenciou, ninguém se envolve em algo desconhecido.

Dessa forma, a série de Simpósios desenvolvida desde 2010, vem ampliando a socialização de temas voltados à leitura de uma bacia hidrográfica e a relevância da implantação de uma gestão de recursos hídricos participativa e comprometida. Tendo como elemento motivador os estudos realizados dentro das linhas de pesquisa: Gestão de Recursos Hídricos; Conflitos por Recursos Naturais, Relação Sociedade e Natureza: Problemas Ambientais no Campo e na Cidade; Teoria e Métodos de Pesquisa em Recursos Hídricos; Percepção Ambiental e Sustentabilidade: Diálogos entre os Povos da (na) Amazônia e Uso e Reuso da Água, evidenciando um cenário hídrico que precisa ser repensado diante dos impactos socioambientais identificado.

Dentro das linhas citadas, também encontramos a pesquisa ação envolvendo estudos de recuperação de áreas degradadas, pesquisas experimentais buscando diminuir o impacto do uso e ocupação de uma bacia hidrográfica e seus afluentes e subafluentes diminuindo a escala de intervenção e ampliando a possibilidade de detalhamento dos impactos dessa atuação.

Torna-se desafiador ao poder público gerenciar um território dentro de uma perspectiva de sustentabilidade, tanto em nível de conhecimento técnico quanto de recursos econômicos e mobilização social se ele não dialogar com os conhecimentos e a experiência gerada dentro dos espaços acadêmicos e dos processos de vivenciados por vários segmentos da sociedade.

Ciente desse fator, a presente obra pretende contribuir com reflexões voltadas ao planejamento territorial de gestores em distintas escalas, por meio da publicação da experiência em pesquisas desenvolvidas por pesquisadores que trazem o impacto ambiental diante dos múltiplos usos em uma bacia hidrográfica seu objeto de estudo, tornando os dados instrumentos a serem aplicados na reflexão de políticas públicas. A nível de bacia hidrográfica a presente obra busca contribuir para diminuir o distanciamento entre a produção científica e as políticas públicas.

Como também contribuir com novas perspectivas de pesquisa, ampliando o poder de conhecimento da sociedade e seu direito de escolher o caminho a seguir diante da realidade identificada.

Os Organizadores

PREFÁCIO

Diante do cenário atual, onde vemos constantemente dados e discussões científicas sendo atacados e desacreditados, somos convidados a uma imersão para avaliar o quanto o conhecimento científico pode e deve atuar na Gestão Hídrica Integrada. Pensemos que o termo “integrada” desde já nos obriga a aceitar que, como pesquisadores, somos parte e personagens dentro de um contexto de gestão maior, que contempla diferentes outros atores, neste caso, no discurso sobre a Gestão dos Recursos Hídricos, no Brasil e no mundo.

Somos, enquanto sociedade, convidados ao exercício de reunir conhecimentos padronizados cientificamente e transformá-los em realidade, acessível às populações e principalmente efetivá-lo, para que tomadores de decisão possam utilizar estas informações, compreendendo sua real importância. Este papel integrador deve ser fomentado constantemente por todos nós pesquisadores, reunindo o científico e o popular nas suas mais diferentes formas.

Nada melhor que a gestão das águas para isso! Nesta obra são apresentadas possibilidades, por diferentes autores e pontos de vista, onde o principal foco é a necessidade de inserção deste conhecimento científico impactando na principal ponta deste ciclo de gestão das águas, a sociedade, diretamente afetada e usuária deste recurso.

Este livro reúne uma gama variada e rica de informações científicas padronizadas, de fácil leitura, e que, se aplicadas

adequadamente por gestores responsáveis e empresas que tenham a preocupação com a manutenção do recurso hídrico, certamente atingirão seu objetivo-fim, melhorar a qualidade do recurso natural, como também dos principais personagens deste processo, os usuários das águas.

Estão reunidos aqui artigos especialmente tratando da Gestão Hídrica Integrada na Amazônia, região que não poderia ser a melhor para a abordagem desta temática. São apresentadas também discussões envolvendo Portugal e Espanha, com tratativas de definições científicas e estudos de caso importantes e que podem nos servir de base para o planejamento ambiental nacional.

Além de discutir a gestão dos recursos, são apresentados resultados e possibilidades de discussão para agricultura, sistemas agroflorestais e resíduos sólidos, todos com influência direta na temática hídrica, que está presente em diferentes processos produtivos. Nada mais importante que utilizarmos os recursos hídricos para nossas atividades cotidianas, mas devemos fazer isso analisando a realidade na qual estamos inseridos. Para permear este caminho, nada melhor que a difusão do conhecimento científico produzido. Esta obra deve nos fazer pensar mais e melhor nosso papel dentro do discurso hídrico.

Parabéns aos Editores e Autores!

Prof. Dr. Gustavo Luís Schacht

SUMÁRIO

PARTE I: *Gestão de Recursos Hídricos*

A Conceitualização de Atores e Agentes Hidrográficos:
Estudo de Caso Em Bacias Localizadas na Espanha e no
Brasil

*Nubia Caramello, David Saurí Pujol, Miguel Penha, Josep
Pujantel & Martin Boada.....* 21

Participação Social na Gestão das Águas: a Atuação do
Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de
Rondônia

*Tathiana Rodrigues Leal Rocha, Lucas Da Silva & Marta
Silvana Volpato Scoti.....* 66

PARTE II: *Conflitos Por Recursos Naturais, Relação Sociedade e Natureza: Problemas Ambientais no Campo e na Cidade*

Hidrelétricas e Agronegócio na Bacia do Rio Teles Pires:
Contradições e Conflitos no Uso da Água

Daniela Maimoni Figueredo..... 92

Tem Água Para o Café? Cobertura Florestal e a Tecnificação
da Lavoura Cafeeira em Rondônia

Marcelo Lucian Ferronato..... 133

Uso e Ocupação do Solo em Áreas de Buritizais no
Município de Ji-Paraná – Rondônia

José Torrente da Rocha & Nara Luísa Reis de Andrade..... 151

Avaliação de Potabilidade da Água de Poços Rasos Urbanos na Amazônia Ocidental <i>Mikelle Perboni Gutierrez, Thalitta Silva Cota, Wesclen Vilar Nogueira, Ivan Dias de Medeiros, Fernanda Bay Hurtado & Rute Bianchini Pontuschka</i>	170
Avaliação do Impacto Antrópico na Qualidade da Água do Rio Anta Atirada, Município de Rolim de Moura <i>Geremias Dourado da Cunha, David Braga de Castro, Andressa Viana Santos, Diunior Fernandes de Campos, Jerri Adriano Vieira Lima & Rosalvo Stachiw</i>	194
Cobertura do solo na microbacia do rio Xabutaí, Amazônia Ocidental, Brasil <i>José Paulo de Farias Neto, Thiago Henrique da Silva José, Gustavo Neco da Silva, Lindomar Alves de Souza, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Jhony Vendruscolo</i>	215
Influência do Desmatamento nos Parâmetros de Vazão do Rio Jaru <i>Francyelle Ruana Faria da Silva, Ana Cristina Strava Correa, Rosalvo Stachiw & Marlos Oliveira Porto</i>	229

Viabilidade de Arranjos Produtivos Agroflorestais em Projetos de Assentamentos no Município De Pimenta Bueno / RO <i>Claudia Cleomar Ximenes</i>	253
Avaliação da Qualidade das Águas de Poços Rasos no Bairro Bom Jardim Município de Rolim de Moura/RO <i>Uiles Jesus Oliveira, Fortunato Tomaz Silva, Rosalvo Stachiw, Gannabathula Sree Vani & Hilton Lopes Junior</i>	281
Estudo do Componente Florestal e Qualidade da Água dos Igarapés D'alincourt e Manicoré da Bacia do Rio Machado <i>Geremias Dourado da Cunha, Kenia Michele de Quadros Tronco, Karen Janones da Rocha, Natalia Franco & David Braga de Souza</i>	302
PARTE III: Teoria E Métodos de Pesquisa em Recursos Hídricos	
O Uso do Zooplâncton Como Bioindicador da Qualidade Ambiental em Pequenas Centrais Elétricas <i>Lidiane Cristina da Silva, José Valdecir de Lucca, Marcos Vinícius Nunes, Maria José Dellamano-Oliveria, Odete Rocha & Cleber Max Vieira Gasques</i>	323
Geotecnologias Para a Caracterização Morfométrica da Sub-Bacia do Rio Novo, Território Madeira-Mamoré <i>Sídna Primo dos Anjos, Diogo Martins Rosa Juliana Padovan de Oliveira & Jhony Vendruscolo</i>	341

Avaliação da Capacidade de Infiltração em Área de Preservação Permanente Urbana
Robison Costa de Souza, Regina Geralda de Figueiredo & Mariângela Soares de Azevedo..... 358

Tratamento Terciário de Efluente Frigorífico Por Diferentes Processos Oxidativos
Yves Dias Brito, Avilyn Barbara Garcia Lopes, Pedro Bizerra Moura, Nicolý Dal Santo Svierzoski, Aricson Garcia Lopes & Alberto Dresch Webler..... 375

Diversidade e Distribuição do Fitoplâncton Como Base Para o Monitoramento Ambiental
Maria Jose Dellamano-Oliveria, Marcos Vinícius Nunes, José Valdecir de Lucca, Lidiane Cristina da Silva, Odete Rocha & Cleber Max Vieira Gasques 398

PARTE IV: Percepção Ambiental e Sustentabilidade: Diálogos Entre os Povos da (Na) Amazônia

Impactos Socioambientais das Pchs Em Terra Indígena na Bacia do Rio Branco, Rondônia
João Gilberto de Souza Ribeiro, Neiva Araujo, & Nara Luísa Reis de Andrade..... 417

Caracterização morfométrica da sub-bacia do Rio Branco do Roosevelt, Rondônia, Brasil
Juliana Cristina da Silva Lopes, Jhony Vendruscolo & Gilderlon dos Santos Soares..... 439

As Margens do Rio Guaporé: Etnobiologia Como Tema Gerador de Conhecimento No Ensino Médio
Bruno Elias Rocha Lopes & Hilton Júnior Lopes..... 464

Registro da avifauna no Distrito de Rolim de Moura do Guaporé - Rondônia
Mariza de Lima Schiavi, Leandro Pereira da Silva, Larissa Gabriela de Araújo Goebel, Katiele de Jesus Sacoman & Iracylene Pinheiro Silveira..... 484

PARTE V: Uso e Reuso da Água.....

Macroinvertebrados Bentônicos Como Bioindicador da Qualidade Ambiental em 2 Pch'S
José Valdecir de Lucca, Marcos Vinícius Nunes, Lidiane Cristina da Silva, Maria José Dellamano-Oliveria, Odete Rocha, Gisele Maria de Lucca & Cleber Max Vieira Gasques..... 504

Eficiência da Moringa Oleífera Como Coagulante Natural no Tratamento Alternativo De Água Superficial
Rafaela Cristina de Andrade Freitas, Lorrann Marré Parllote, Jheiny Oliveira da Silva & Margarita María Dueñas Orozco, Cássia Cortes Valadão & Henrique de Oliveira Silva..... 522

Estimativa de Lançamento de Carga Orgânica de Forma Inadequada na Região Norte do Brasil e a Contribuição dos Sistemas Unifamiliares de Tratamento de Esgoto Para a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos <i>Rodrigo Ferreira Sarri, Flávio Wachholz, Ieda Hortencio Batista, Elisimar de Souza Moura Sarri & Kemison dos Santos Barroso</i>	539
Contaminação da Água Subterrânea: um Estudo de Caso em Poços Rasos, na Cidade de Alta Floresta D’oeste – Rondônia/Brasil <i>Carla Silveira Arruda, Maria Madalena Aguiar Cavalcante, Neila Mara Rodrigues Martins, Claudia Araújo Cleomar Ximenes & Nubia Caramello</i>	560
Os Organizadores	589
Pesquisadores integrantes da obra	592
Créditos das imagens	620

Parte I

*G*ESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



A CONCEITUALIZAÇÃO DE ATORES E AGENTES HIDROGRÁFICOS: ESTUDO DE CASO EM BACIAS LOCALIZADAS NA ESPANHA E NO BRASIL¹

Nubia CARMELLO

David Saurí PUJOL

Josep PUJANTELL

Miguel PENHA

Martín BOADA

Introdução

Várias reuniões ambientais globais reconheceram que a bacia hidrográfica é a unidade geográfica mais apropriada para o gerenciamento de recursos hídricos. A governança dos recursos de água doce, em particular através da aplicação eficaz da abordagem de gestão integrada e participativa, tornou-se uma questão global, que apresenta numerosos desafios e da dificuldade de criar uma lei interativa (rios e sociedade) até a inserção de ferramentas de gestão em diferentes escalas espaciais ou territoriais de uma bacia (GWP & INBO, 2009).

¹ Esse texto é uma versão traduzida do capítulo da tese defendida na Universidade Autônoma de Barcelona (em dezembro de 2016), visando atender ao pedido da própria banca para que a tese pudesse ganhar também uma versão em português em especial dos capítulos mais relevantes. A opção da tradução do presente capítulo está no contexto de ser fruto de uma ampla discussão entre os autores envolvidos.

Considera-se que o processo de implantação do manejo hidrográfico pode ser comprometido por dois aspectos: o primeiro é a questão das mudanças ambientais de origem natural em nível local; o segundo diz respeito à intervenção humana na paisagem, que em nome do desenvolvimento econômico, tende a ignorar a realidade socioambiental de cada bacia hidrográfica (SIMMONS, 1988). Em ambos, pesa uma clara influência do processo de mudança global, definido como o conjunto de mudanças ambientais no sistema Terra, que apesar de global, apresenta manifestações locais e regionais (BOADA & SAURÍ, 2002).

Uma série de eventos promovidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), desde 1972, em Estocolmo, paralelamente a eventos nacionais e regionais, vem discutindo há décadas sobre o uso eficiente dos recursos hídricos, destacando seu uso múltiplo por vários setores da sociedade (CAMELLO & SAURÍ, 2013). Esse panorama do diálogo sobre os recursos hídricos reflete e busca alternativas mitigadoras para que o problema da água seja uma responsabilidade integrada em todo o mundo. Teoricamente, é um diálogo produtivo com consideráveis acordos globais, mas, na prática, não é tão simples aplicar os conceitos de gestão integrada e participativa idealizados nesses eventos, pois cada país apresenta realidades diferentes.

Nesse sentido, o objetivo geral deste trabalho é apresentar o cenário de origem dos diálogos hídricos gerados, o contexto da implantação das leis da Água e sua aplicação da Gestão no nível das Bacias Hidrográficas inseridas no Brasil e Catalunha / Espanha, identificando os conceitos e a participação de atores e agentes representativos nesse processo.

Metodologia

Este estudo consiste na análise de casos com base em uma revisão documental (técnica e científica) e no diálogo realizado entre os pesquisadores do presente artigo, com participação ativa em cada caso. Isso possibilita o desenho de cenários com a credibilidade fornecida por uma investigação participativa e em que todos os atores envolvidos acrescentam confiabilidade às análises.

O Conceito de Atores e Agentes: sua aplicabilidade na lei legislação de recursos hídricos da Catalunha e do Brasil

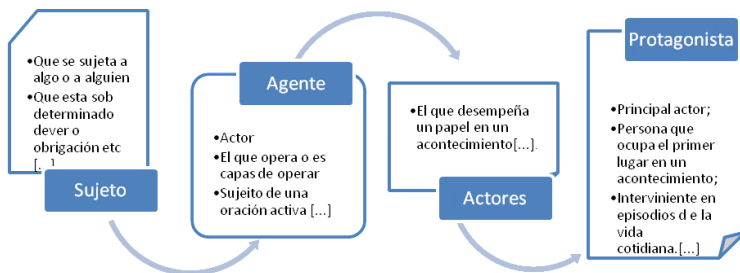
Representatividade social: conceitos

Não faremos uma discussão epistemológica dos conceitos de atores e agente aqui, mas tentaremos identificar seu uso nos diálogos ambientais da água, de acordo com a definição realizadas na Lei dos Recursos Hídricos da Catalunha e do Brasil. Pode-se identificar uma ampla diversificação do conceito utilizado pelas ciências humanas para definir um grupo ou um indivíduo social, entre outros os termos mais utilizados são: sujeito, atores, protagonista e agentes.

No entanto, é comum identificar esses termos como sinônimos, ou como conceitos distintos por diferentes pesquisadores envolvidos com a questão da gestão e desenvolvimento socioambiental.

O dicionário brasileiro Aurélio definiu esses conceitos da seguinte forma (Fig. 8).

Figura 8 - Definição conceitual de sujeito, agente, atores e protagonista segundo o Dicionário Aurélio.



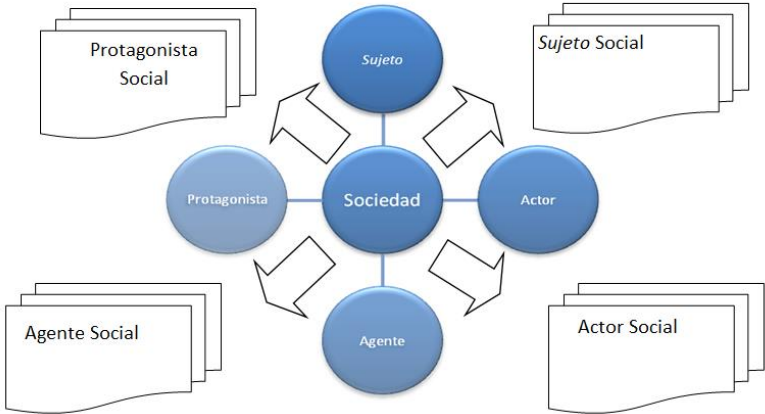
Fonte Elaboração própria com base conceitual utilizada pelo dicionário Aurélio com tradução própria.

Também é recorrente encontrar esses termos adicionando a palavra “social” (SAURÍ, 1989; GUDYNAS, 2001; GARRETÓN, 2001 (Nações Unidas); LOAYZA & CALDERÓN, 2002 (PNUD); VENTURA, RIBAS & SAURÍ, 2002; GARCÍA SÁNCHEZ, 2007; ESPLUGA & SUBIRATS, 2008; ESPLUGA et al, 2011), onde adquirem o significado de representatividade do grupo social no qual estão inseridos (Fig. 9). Todo indivíduo em uma sociedade pode ser classificado como sujeito, agente, ator ou protagonista de sua história pessoal. Mas, ao atuar como representante dos interesses coletivos de um grupo, o termo social geralmente é adicionado por alguns especialistas.

Entretanto, no desenvolvimento público ou nas políticas ambientais, alguns dos usos mais comuns identificados são ator e agente social ou rede de atores (Ribas, Saurí, Villalba et al, 2002;

Saurí & Boada, 2006; Latour, 2008), atores territoriais ou extraterritoriais (SALINAS, 2000; OSPINA, RAMIREZ, BEBBINGTON, HOLLENSTEIN & NUSSBAUM, 2013; ESCOBAL, PONCE & HERNÁNDEZ, 2011), agentes internos e externos (Espluga & Subirats, 2008), atores passivos / ativos e ator local (MAGALHÃES, 2007) ou atores-chave (CONAGUA, 2007; PNUD, 2014). Uma questão que é evidente em todos eles é que, de fato, esses conceitos envolvem a ação de alguém ou algo sobre um determinado objetivo.

Figura 9 - Rede de interação da representação social: do individual ao social.



Fonte: Elaboração própria.

Para Latour (2008), um ator nunca está sozinho em sua performance; nesse sentido, é necessário deixar claro quem está agindo em uma determinada situação. No dicionário, agente, protagonista e ator têm uma função de atuação direta. Uma

função que não é estática e pode mudar de acordo com os papéis que estão em cena durante o tempo de participação.

Independentemente do seu grau de integração, fica claro que a identificação de um ator coletivo sempre dependerá do nível de análise - macro, meso ou micro - estabelecido pelo analista. Ou seja, em um determinado nível ou escopo da política, o ator pode ser uma instituição e, em outro, a pessoa encarregada dessa instituição (GARCÍA - SÁNCHEZ, 2007, p. 2008). Para este último autor, um ator é uma unidade responsável de decisão-ação; nessa linha, portanto, quando ela representa sua representatividade do interesse coletivo, torna-se um ator coletivo.

Nas últimas décadas, a ação coletiva foi dotada de uma nova estrutura política, a governança, condicionada pela maior complexidade enfrentada pela tomada de decisões e na qual os envolvidos no processo sentem a necessidade de avançar. Além de serem meros destinatários, atuam ativamente no processo de mudança dos problemas que os afetam junto com outros setores da sociedade (ESPLUGA & SUBIRATS, 2008). É uma tendência global e, quando se trata de um bem público como a água, surge o conceito que Magalhães (2008) chama de governança da água.

Política da Água e o representante hidrográfico

As políticas territoriais da Catalunha e do Brasil passam a inserir a bacia hidrográfica como unidade de gestão como exemplo de outros países, fato que facilita o diálogo entre atores

e ações territorializadas e o “problema da água” envolvendo os principais rios de cada bacia.

Isso ocorre porque o rio está ligado a avatares históricos e suas águas constituem um fator de peso nas atividades realizadas em uma bacia que se torna parte dos diálogos sobre a água, em grande parte baseada em conflitos de interesse. Como exemplo, a esse respeito e citando o rio Colorado, Samaniego López (2008) aponta para a presença dos atores envolvidos no processo de implantação do empreendimento agrícola *Colorado River Land*, no final do século XIX.

Para que fuera posible dominar el cuerpo de agua, intervinieron los gobiernos federales de ambos países, los cambios en los usos sociales del agua (en particular el desarrollo de la hidroeléctrica), las empresas ya mencionadas – Colorado River Land, Sociedad de Irrigación y Terrenos de Baja California y, posteriormente, la Compañía de Tierras y Aguas de la Baja California , así como la fuerte disputa entre los estados de la cuenca en el país vecino por el derecho al uso de las aguas del Colorado (SAMANIEGO LOPÉZ, 2008 p.52).

O caso da empresa *Colorado River Land*, onde a presença de atores e usuários do governo no diálogo sobre a água na mediação do conflito não se mostrou uma realidade isolada, demonstra como certos atores têm maiores possibilidades de intervenção. No entanto, a Comissão Nacional da Água do México - CONAGUA, classifica como ator "todos os indivíduos que fazem parte de um grupo, organização, entidade corporativa ou instituição da organização pública, social, privada, não governamental ou agência internacional", e Ele define cinco características essenciais em um ator-chave:

I. Forman parte de la sociedad asentada en el área de implantación del proyecto y representan intereses legítimos del grupo.

II. Tienen funciones y atribuciones en relación directa con los objetivos del proyecto.

III. Disponen de capacidades, habilidades, conocimiento, infraestructura y recursos para proponer, atender y solventar problemas científico - técnicos.

IV. Cuentan con mecanismos de financiamiento o donación de recursos.

V. Tienen capacidad de gestión y negociación con los diversos agentes y/o niveles gubernamentales que permiten construir consensos y acuerdos (CONAGUA, 2007 p.7).

A Associação Mundial da Água (GWP) e a Rede Internacional de Organizações de Bacias (INBO) também consideram a relevância da bacia hidrográfica como uma unidade para a gestão de recursos hídricos e propõem como elementos-chave no processo de participação das partes interessadas, nove pontos, dos quais destacamos os quatro que se concentram na participação social no diálogo sobre a água.

I. Desarrollar la capacidad de los grupos más desposeídos de modo de que puedan participar en la planificación y la implementación en los niveles que correspondan;

II. Garantizar que los procesos administrativos no pongan en riesgo la participación real;

III. Garantizar que la participación sea transparente;

IV. Fortalecer la apropiación de los planes de acción de cuencas estableciendo y manteniendo la participación comunitaria (GWP & INBO, 2009 p. 61²).

Essa diretriz, embora pertinente e viável para a inclusão de atores hidrográficos representativos, encontra várias barreiras, uma delas cultural. Embora alguns países expressem a necessidade de gestão integrada no nível da bacia, em face de conflitos de uso e lei, a participação no processo de gestão descentralizada ainda é um desafio difícil de alcançar, embora seja verdade que o número de atores participantes não Cessa de aumentar.

A geógrafa Bertha Becker, ao desenvolver um estudo sobre governança e governança na região amazônica, identifica que:

A geopolítica sempre se caracterizou pela presença de pressões de todo tipo, intervenções no cenário internacional desde as mais brandas até guerras e conquistas de territórios. Inicialmente, essas ações tinham como sujeito fundamental o Estado, pois ele era entendido como a única fonte de poder, a única representação da política, e as disputas eram analisadas apenas entre os Estados [...] Já há na região resistências à apropriação indiscriminada de seus recursos e atores que lutam pelo seus direitos. Esse é um fato novo porque, até então, as

2

http://www.rioc.org/IMG/pdf/RIOC_GWP_Manual_para_la_gestion_integrada.pdf

forças exógenas ocupavam a região livremente, embora com sérios conflitos [...] (2005, pp. 71-72).

Nesse sentido, a política da água no Brasil abre novas alternativas participativas regulamentadas pela Lei 9.433 / 97, que propõe em seu artigo 39, a implantação dos Comitês de Bacia Hidrográfica, viabilizando a oportunidade participativa para um maior número de representantes. de gestão hidrográfica. Atualmente, ele recomenda que esses comitês sejam compostos pelos seguintes representantes:

I - da União;

II - dos Estados e do Distrito Federal cujos territórios se situem, ainda que parcialmente, em suas respectivas áreas de atuação;

III - dos Municípios situados, no todo ou em parte, em sua área de atuação;

IV - dos usuários das águas de sua área de atuação;

V - das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia. (Brasil, 1997).

Não há determinação fixa do número de representantes de cada setor em cada comitê hidrográfico. No entanto, o §1 do artigo citado mostra que os governos municipais, estaduais e da união não podem juntos exceder 50% da participação. Com base nessa observação, os comitês têm autonomia para decidir sobre a composição do restante dos representantes.

Na representatividade ainda é adicionado:

§ 2º Nos Comitês de Bacia Hidrográfica de bacias de rios fronteirços e transfronteirços de gestão compartilhada, a representação da União deverá incluir um representante do Ministério das Relações Exteriores.

§ 3º Nos Comitês de Bacia Hidrográfica de bacias cujos territórios abranjam terras indígenas devem ser incluídos representantes:

I - da Fundação Nacional do Índio - FUNAI, como parte da representação da União;

II - das comunidades indígenas ali residentes ou com interesses na bacia.

§ 4º A participação da União nos Comitês de Bacia Hidrográfica com área de atuação restrita a bacias de rios sob domínio estadual, dar-se-á na forma estabelecida nos respectivos regimentos (Brasil, 1997).

No entanto, não está claro em que setor de representatividade, representantes de comunidades indígenas devem ser colocados, bem como outros grupos, como quilombolas, ribeirinhos e extrativistas estão inseridos. Quando um rio faz parte do domínio da União, para propor um comitê hidrográfico, deve atender ao que o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), na Resolução nº 5, solicita e que consiste na apresentação de uma proposta que contenha pelo menos três das categorias representativas, citadas abaixo:

I. Secretários de Estado responsáveis pelo gerenciamento de recursos hídricos de, pelo menos, dois terços dos Estados contidos na respectiva bacia;

II. Prefeitos cujos municípios tenham território na bacia hidrográfica no percentual de pelo menos quarenta por cento;

III. No mínimo cinco entidades representativas de usuários, legalmente constituídas, de pelo menos três dos seguintes setores usuários: saneamento; industrial; agropecuário; hidroelétrico; hidroviário; e pesca, turismo, lazer e outros usos não consuntivos;

IV. No mínimo dez entidades civis de recursos hídricos, legalmente constituídos, com atuação comprovada na bacia hidrográfica, que poderão ser reduzidas a um número de três, a critério do CNRH, em função das características locais e justificativas elaboradas por pelo menos três entidades civis ⁽³⁾.

O termo "constituído legalmente" pode limitar a participação de determinados grupos, que por várias razões não legalizaram sua existência, mesmo que tenham um papel ativo e comprovado na bacia. No nível europeu, a Diretiva-Quadro Água regula o processo de participação da comunidade nas bacias hidrográficas da Espanha e nos países membros da União Europeia, reconhecendo que:

El éxito de la presente Directiva depende de una colaboración estrecha y una actuación coherente de la Comunidad, los Estados miembros y las autoridades locales, así como de la información, las consultas y la participación del público, incluidos los usuarios (Parágrafo 14, Comisión Europea, 2000, p. 2).

³ Pode leer documento na integra en: <http://www.cbh.gov.br/ComoCriar.aspx>

A referida diretiva solicita que todas as partes interessadas participem no processo de gestão da bacia hidrográfica. Embora a DMA estabeleça “como público interessado ou afetado”, qualquer pessoa singular ou coletiva que tenha interesse ou envolvimento em um problema, seja por ser diretamente afetada ou por sua participação poder influenciar o resultado (BLANCO & GARCIA, 2014), A definição de “partes interessadas” levanta questões de participação: quem são as partes interessadas? Quem tem voz nesses processos na prática? Como você pode garantir que a representatividade de todos os setores da sociedade tenha oportunidades nesse diálogo?

Para cada sociedade, a interpretação terá percepções diferentes. Segundo Cuadros, “o pensamento ambiental é tão diverso quanto às culturas e os seres humanos ou as sociedades que os compõem” (2015 p.35); Nesta área, a identidade da água de cada bacia está diretamente ligada a aspectos políticos, econômicos, culturais e físicos.

Espluga e Subirats (2008, p.16) argumentam que os critérios promovidos pelo Ministério do Meio Ambiente da Espanha para identificar os agentes envolvidos no processo de gestão da água são: interesse econômico, uso e gozo, competição, proximidade, valores e conhecimento. A estes se somam cinco processos propostos por Arnstein (1969) e Parés (2006), para obter maior eficiência: informação, comunicação, consulta, deliberação e decisão.

Embora antes da implantação da DMA, já encontrássemos exemplos de diálogo sobre a água por múltiplos atores ou agentes na Catalunha (assim como no Brasil antes da implantação da Lei 9.433/97), esse processo se torna mais visível após a implantação

desses regulamentos que legalizam as ações e permitem a inserção de novas diretrizes participativas.

Delimitação da análise espacial: contexto histórico Brasil e Catalunha / Catalunya

Catalunya

A Catalunha é uma comunidade autônoma do Estado espanhol, localizada no nordeste da Península Ibérica. Sua população é de 7.518.903 habitantes (Idescat, 2014), com uma economia baseada no setor de serviços e turismo (74% da população ativa), com um peso relativamente importante da indústria (19%), onde a construção ocupa 6% da população ativa, enquanto a agricultura mal representa os 1% restantes.

Seu território possui 31.930 km² de superfície, dividido em duas grandes demarcações no nível de planejamento e gestão da água. Por um lado, existe o setor catalão da bacia do rio Ebro, o maior da Espanha em extensão (83.093 km²). O Ebro é um dos principais rios do sul da Europa, com 908 km de comprimento e 600 m³ / s de vazão média em sua seção final. Esse setor ocupa a parte ocidental do país (15.330 km² e 570.000 habitantes), incluindo o curso inferior do rio Ebro, as bacias de Segre, o Noguera Pallaresa e o Noguera Ribagorçana - efluentes do primeiro - e o setor catalão da bacia de Garonne (França).

Esta área é gerenciada em conjunto entre o Governo da Generalitat de Catalunya e a Confederação Hidrográfica do Ebro, sob o Ministério da Agricultura, Alimentação e Meio Ambiente

da Espanha. Por outro lado, as Bacias Fluviais da Catalunha (CIC), com 16.600 km² e 6,53 milhões de habitantes (BORRÀS, 2009), incluem bacias cujo curso é inteiramente do território catalão e para a Generalitat de Catalunya, proprietária competições exclusivas Neste segundo setor, a demanda de água está concentrada para usos urbanos e industriais, principalmente em Barcelona e sua região metropolitana e áreas turísticas costeiras (Costa Brava, Costa Dorada).

No nível legislativo e institucional, a gestão da água na Catalunha inclui diferentes níveis administrativos: a União Europeia, o governo espanhol e a Generalitat da Catalunha, bem como os municípios, o que implica uma certa complexidade operacional. Historicamente, as políticas de água realizadas na Espanha e na Catalunha têm respondido ao paradigma estruturalista hidráulico, a partir do qual os planos de água respondem ao gerenciamento do abastecimento de água para atender à crescente demanda (ESTEVAN & NAREDO, 2004; CAZORLA et al. 2008). Do ponto de vista normativo, vale mencionar a Lei da Água 29/1985, aprovada pelo Governo espanhol e que substituiu a anterior, em vigor desde 1866. Essa lei pressupõe um avanço no sentido de considerarmos os recursos hídricos Como um bem público. No momento, essa lei continua em vigor, após algumas modificações.

Desde a entrada da Espanha na União Europeia (1986), as políticas ambientais europeias tiveram um impacto muito favorável na gestão e na qualidade da água. Na Catalunha, durante a década de 1990, foi promovida a construção de purificadores de água, amplamente co-financiada com fundos europeus, mas também pelos consumidores urbanos finais através de impostos sobre a água. Em 1992, havia 90 purificadores em

operação, para 297 purificadores em 2001 e 486 em 2014 (TELLO, 2000; ACA, 2015).

A aprovação pela Comissão e pelo Parlamento Europeu da Diretiva-Quadro Água (DMA) (Diretiva 2000/60 / CE), em 2000, pressupõe uma mudança de paradigma significativa na gestão da água. Sua plantação estabelece que a água deve ser vista exclusivamente como um recurso e é considerada um elemento básico dos ecossistemas hídricos e parte fundamental da manutenção da boa qualidade ambiental, o que, por sua vez, garante o recurso. A diretiva foi transposta pela lei espanhola em 2003.

A DMA propõe uma gestão integrada do ciclo da água, integrando na mesma área (o distrito da bacia hidrográfica ou demarcação hidrográfica) as águas subterrâneas, as águas superficiais continentais e as águas costeiras influenciadas pelas águas continentais do distrito. O objetivo final do DMA era alcançar um bom estado integral dos corpos d'água até o final de 2015, por meio de sua implantação em etapas, criando planos de manejo para os diferentes limites hidrográficos. No nível de manejo, é proposta uma análise integrada do meio ambiente, considerando indicadores físico-químicos, biológicos e de habitat, para determinar o status ecológico dos corpos d'água. Outro princípio fundamental é a recuperação e internalização integral dos custos associados aos usos e serviços da água, que devem impactar o beneficiário da atividade que gera o custo. Por fim, o DMA eleva o princípio da transparência e participação pública nas políticas de água, por meio de planos de manejo.

A Agência Catalã de Águas (ACA), criada em 1999 a partir da Lei 25/1998 (Catalunha), é o órgão público dependente da

Generalitat responsável pela gestão da água na Catalunha. Seu objetivo é gerenciar e planejar o ciclo integral da água sob uma visão integrativa dos sistemas aquáticos que considera o equilíbrio de todos os ecossistemas. Essa gestão deve ser baseada no princípio básico da sustentabilidade, de acordo com o DMA, e deve garantir qualidade e bom atendimento (ACA, 2015).

Note-se que na Espanha como um todo, houve repetidos atrasos na implantação da DMA, o que levou a duas condenações do Tribunal de Justiça Europeu (2012). Esta aplicação a marchas forçadas em muitos casos significou uma adaptação incompleta dos antigos planos da bacia.

No caso da bacia do Ebro, o plano de gerenciamento da bacia hidrográfica foi aprovado em 2013, com atraso de 4 anos em relação às disposições da DMA. Em geral, tem havido falta de coordenação e diálogo entre as diferentes administrações envolvidas, especialmente entre a Confederação Hidrográfica do Ebro e a Generalitat da Catalunya, que compartilham a gestão da água no setor ocidental da Catalunha.

Apesar de adaptar os princípios da DQA, o plano continua priorizando a satisfação da demanda de água em relação aos objetivos ambientais. Tampouco existe uma recuperação adequada dos custos, prevalecendo em geral os interesses dos irrigadores sobre outros atores. Seu sistema para avaliar o estado das massas de água é incompleto, excluindo as águas costeiras e muitos dos lagos. Em relação à participação cidadã, houve progresso, mas ainda é aprimorado (Observatório de Políticas Hídricas, 2014).

O Plano de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica da Catalunha, que inclui os CICs, foi aprovado em 2010 (o primeiro em território espanhol de acordo com a DMA). Em geral, é um plano rigoroso que representa um passo muito importante na implantação da AMD, com base em um diagnóstico objetivo e adequado. Cabe ressaltar que os processos participativos realizados permitiram coletar um grande número de propostas dos diferentes atores envolvidos e contribuíram para a democratização da gestão e governança da água, fato amplamente reconhecido por diferentes entidades ambientais e sociais (VVAA, 2013).

Como aspectos negativos, vale destacar a falta de previsão de itens orçamentários para desenvolvê-lo, que em um contexto de crise limitou fortemente sua aplicação, bem como a falta de maior ambição em seus objetivos, uma vez que planejava atingir apenas 55% das massas em Boas condições ecológicas para 2015.

Além disso, a internalização de custos se mostrou insuficiente, como evidenciado pela atual situação econômica da Agência Catalã de Águas (ACA), descrita abaixo. A falta de recursos econômicos impediu a correta aplicação da AMD, de modo que nenhuma melhoria óbvia foi obtida no estado ecológico dos corpos d'água. O DMA está em revisão, que deve ser publicado em 2016.

Conflitos em torno da gestão da água nas Bacias Catalãs

A ACA é financiada através da tarifa de água, uma taxa sobre o consumo doméstico e industrial de água, e não recebe contribuições econômicas diretas das administrações regional e estadual. Com o passar do tempo, houve uma crescente diferença

entre receitas e despesas, o que levou ao seu endividamento (MARÇO & SAURÍ, 2013), uma vez que essa taxa contribui apenas com 57% de seu custo operacional (BORRÀS, 2009). Essa dívida foi combinada com um período de forte crise econômica no sul da Europa.

Diante dessa situação, a Generalitat decidiu em 2012 licitar a administração da empresa pública Aigües Ter-Llobregat, fornecedora de água alta para a maioria dos municípios da região metropolitana de Barcelona. O concurso foi ganho pela empresa Acciona, que obteve a gestão por um período de 50 anos, mediante o pagamento de 1.000 milhões de euros à administração pública, embora atualmente a validade do concurso esteja pendente de resolução judicial. Por outro lado, em 2012, o sub-ministro foi reconfigurado na Área Metropolitana de Barcelona.

A administração metropolitana concordou em criar com a Agbar uma joint venture público-privada para a gestão integrada do ciclo da água, incluindo baixa oferta (até então em concessão à Agbar) e saneamento, até agora nas mãos de uma empresa pública (Empresa Metropolitana de Saneamento SA, EMSSA), com uma concessão de 35 anos. Essas mudanças no abastecimento de água causaram alguma oposição social, de alguns partidos políticos e de entidades ambientais e de bairro, que eles consideram implicar uma perda de governança pública na área da água.

Brasil

A proposta de gestão da água no Brasil como instrumento legal começa por meio do Decreto nº 26.643/1934, conhecido como Código da Água. Em 1981, a Lei nº 6.938, organiza a Política Nacional do Meio Ambiente e inicia uma descentralização de responsabilidades ambientais, através da qual os Estados Federados e seus municípios podem desenvolver padrões ambientais (CARMELLO, MARÇAL & LIMA, 2012).

O movimento Cidadãos da Água começou em 1996, por meio do projeto realizado pelo Instituto da Cidade em cooperação com a Secretaria Nacional de Recursos Hídricos / SRH e o Instituto Interamericano de Cooperação em Agricultura / IICA, que geraram informações e referências Metodologias de mobilização social, envolvendo a sociedade interessada na proteção e no futuro da água.

Em 8 de janeiro de 1997, o Governo Federal aprova a Lei 9.433, denominada Lei de Recursos Hídricos, e determina a composição de comitês compostos por atores que devem representar usuários, governo e sociedade civil organizada. Também determina a área de atuação dos Comitês de uma Bacia Hidrográfica - CBH: I - a totalidade de uma bacia hidrográfica; II - sub-bacias hidrográficas de afluentes do curso do rio principal de uma bacia; ou III - grupo de bacias ou sub-bacias contínuas.

No mesmo ano, o Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Rondônia (CREA-RO), assume a coordenação do Movimento Cidadania pela Água, com base no paradigma "pense globalmente e atue localmente", de 1998 a 2001, quatro Seminários de Recursos Hídricos, para tratar da

gestão da água em Rondônia. Isso culmina na elaboração da Lei das Águas do Estado de Rondônia 255/2002.

Em 2012, entre as 27 unidades federativa do Brasil, foram distribuídos 174 CBH, dos quais 164 em bacias hidrográficas de domínio Estadual, e nove em bacias hidrográficas de domínio da União, o que corresponde a uma área total de 2,17 milhões de quilômetros quadrados, equivalentes a mais de 25% do território brasileiro (MMA, 2013).

O maior déficit da implantação do CBH está na bacia amazônica, que compreende 60% do território brasileiro. Embora a elaboração da Lei da Água continue nessa recomendação espacial do governo nacional, a instituição do diálogo sobre a água, através da implantação dos Comitês da Bacia Hidrográfica, tornou-se um processo muito lento. Segundo Caramello, Penha e Saurí et al (2015), o processo de implantação da CBH no bioma Amazônia e, dentro deste, na bacia do rio Amazonas segue um percurso diferenciado das demais regiões brasileiras. O Estado do Amazonas foi o primeiro a implementar seu primeiro e único comitê de bacia hidrográfica do estado em 2006 na região metropolitana, o CBH do rio Tarumã, com uma área de 1.340 km².

Embora a preocupação ambiental tenha promovido movimentos para a implementação de novos comitês hidrográficos em toda a região amazônica, o Estado de Rondônia foi o segundo a abrir o processo para que esses comitês pudessem ser oficialmente implementados. Em 14 de agosto de 2012, o Conselho de Recursos Hídricos de Rondônia (CRH / RO) aprova o Regimento Interno e toma posse do primeiro conselho de CRH / RO. No ano seguinte, em 14 de fevereiro de 2013, a mesma CRH

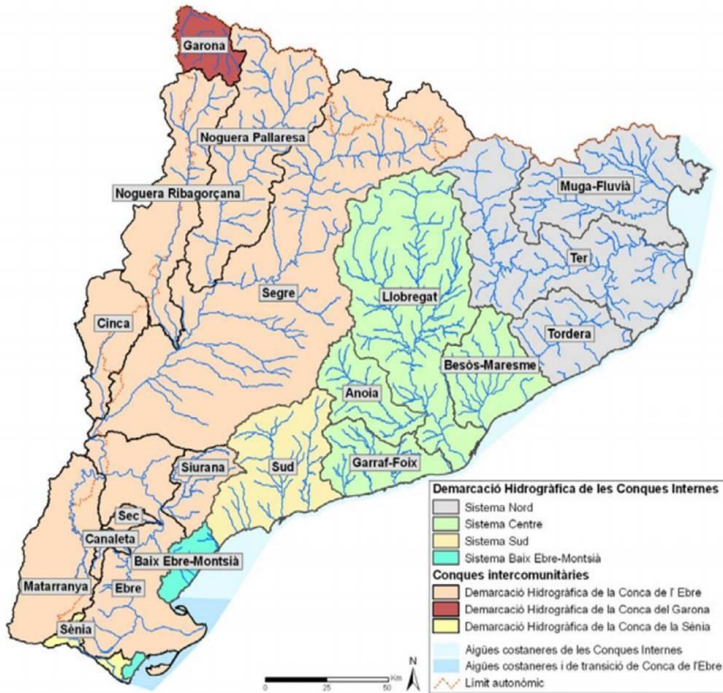
/ RO aprovou a Resolução nº 02, que estabelece as diretrizes para a formação e operação dos Comitês de Bacia Hidrográfica nesse Estado Federal.

Estudos de caso

Três realidades diferentes foram selecionadas para entender os processos de gestão de bacias em uma estrutura participativa: a bacia de Muga, cujo processo de gestão foi implementado antes do European Water Framework Direct; a Bacia de Tordera que a possui desde a sua implantação (ambas localizadas na Catalunha) e a Bacia do Rio Branco e Colorado, localizada no estado de Rondônia no Brasil, a implementação de seu plano de gestão da água a partir do qual está em processo.

Para esse processo, o relatório reuniu vários especialistas envolvidos em diálogos participativos ou pesquisas nas três bacias, possibilitando um encontro de experiências e percepções na identificação de atores e agentes representativos.

Figura 10. Identificação da bacia de Muga e Tordera no território hidrográfico da Catalunha. Fonte: ACA, 2005. Nota: em destaque vermelho nas bacias de Muga e Tordera



Bacia do Rio Tordera

A bacia do Tordera está localizada dentro da demarcação hidrogràfica das Bacias Internas da Catalunha (CIC), do regime mediterrâneo (Figura 10). Seu principal curso de água e que dá

nome à bacia é o rio Tordera, que nasce na parte superior do maciço de Montseny, a cerca de 1.700 metros acima do nível do mar, e deságua no Mar Mediterrâneo, depois de percorrer 61 km. Ocupa uma área hidrográfica de 898,32 km², dividida entre as províncias de Girona e Barcelona.

A bacia do Tordera tem um gradiente orográfico muito pronunciado, de forma que em poucos quilômetros passa de altitudes elevadas e relevos abruptos em espaços abertos da depressão pré-Litoral e relevos relativamente suaves até a faixa costeira. Além de representar um espaço de grande valor ecológico, paisagístico e cultural, a bacia também desempenha um papel fundamental como corredor ecológico entre diferentes áreas naturais protegidas incluídas na Rede Natura 2000: Montseny (Reserva da Biosfera), Montnegre -Corredor e Ardenya-Cadiretes.

Em nível demográfico, a bacia abriga 239.202 habitantes (IDESCAT, 2014), concentrados nas áreas da planície de Tordera (Sant Celoni, Santa Maria de Palautordera) e no litoral (Blanes, Malgrat de Mar), onde também há uma população alta. Sazonal associado ao turismo. Nas últimas décadas, a economia local deixou de ser baseada principalmente nas atividades do setor primário (agricultura e pecuária tradicional, silvicultura), passando a atuar nas atividades dos setores secundários (indústria, especialmente o setor químico) e terciária (serviços, turismo).

Esse processo levou a variações significativas no tipo e intensidade de uso da água, bem como no impacto no ciclo hidrológico. O desenvolvimento da indústria química durante a segunda metade do século XX teve um impacto importante na

qualidade da água na seção média do Tordera, com o desaparecimento de diferentes espécies aquáticas (MIRALLES, 2008; PUJANTELL, 2012).

A construção de sistemas de purificação entre 1990 e 2001 permitiu que esses impactos fossem corrigidos em grande parte. As atividades agrícolas e de turismo intensivo nas regiões mais baixas do rio têm uma demanda significativa por água. A demanda por água na bacia é de $70\text{h}/\text{m}^3$ (ROCA & URGELL, 2008), dos quais 39% correspondem ao setor doméstico, 35% à indústria e os 26% restantes à agricultura.

Gestão da água: desafios para o futuro:

Com o objetivo de controlar o estado das massas e do ambiente fluvial, em 1996, o projeto Observatório Tordera foi iniciado. Seu objetivo é estabelecer um sistema integrado de monitoramento e monitoramento por meio de indicadores biológicos, hidrológicos e físico-químicos - para avaliar seu status ecológico, a qualidade do meio ambiente e a sustentabilidade do rio, bem como os processos de mudança global a longo e curto prazo. Nesse sentido, a trajetória científica do projeto permitiu à ACA escolher o trabalho de monitoramento e acompanhamento do Observatório para testar os protocolos antes de implementá-los nas demais bacias internas da Catalunha, a fim de atender aos objetivos estabelecidos pela Diretiva-Quadro da Água para o ano de 2014.

Em 2004, foi criado o Programa de Educação, Treinamento e Comunicação Ambiental (PROECA), com o objetivo de

transferir para a população os resultados obtidos na pesquisa. O papel do Observatório deve ser destacado, portanto, como um exemplo de boas práticas no monitoramento e gerenciamento da água no nível da bacia, devido à sua perspectiva inovadora e interdisciplinar.

No nível de gerenciamento, o Plano de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica da Catalunha é aplicado na bacia. No nível específico da bacia do Tordera, é realizado o planejamento do espaço fluvial (PFE), com o objetivo de planejar e ordenar as atividades e usos relacionados aos ambientes fluviais. O PFE do Tordera foi o primeiro elaborado na Catalunha em 2001 e atualizado em 2007. Além disso, desde 2005 está em vigor o Plano Setorial de Fluxos de Manutenção das Bacias Fluviais da Catalunha, que estabelece os fluxos mínimos dos rios Tordera e seus principais afluentes há meses e com um total de 28 pontos de monitoramento.

Um problema importante no nível da bacia é a superexploração do aquífero Baixa Tordera, cuja água forneceu usos turísticos na Costa Brava e Maresme e usos agrícolas no trecho final do rio Tordera, atingindo sua salinização por intrusão de água do mar. A construção da usina de dessalinização de Tordera (2002), com uma produção de 10 hm³ / ano - estendida para 20 hm³ / ano em 2008, permitiu a recuperação significativa dos níveis das águas subterrâneas e a melhoria de sua qualidade (BORRÀS, 2009), embora atualmente seja subutilizada pelo alto custo econômico de sua operação. Por outro lado, foi construída uma conexão entre essa planta e o sistema de distribuição Ter-Llobregat (2010).

Melhorar a qualidade das massas de águas superficiais e subterrâneas continuará sendo um dos desafios futuros no nível de gerenciamento da bacia, juntamente com a distribuição dos recursos disponíveis entre os diferentes usos. Nesse sentido, é muito importante levar em consideração os efeitos das mudanças climáticas, especialmente a médio e longo prazo. Espera-se que uma diminuição nos recursos hídricos disponíveis na bacia e um aumento na variabilidade intra e interanual dos fluxos entre 10 e 20% em 2030 (PLA & PASCUAL, 2012). Será necessária uma adaptação do uso da água a este novo cenário de menor disponibilidade hídrica, onde se espera que os aquíferos subterrâneos e as cabeceiras da bacia sejam as áreas mais afetadas.

Cazorla, Roca e Urgell (2008) identificam cinco escalas de processo participativo na bacia de Tordera: Agência Catalã de Água (Autônoma), Ministério do Meio Ambiente e Ministério da Indústria (Estado), Diputació de Barcelona e Girona / CC , Consórcio Vales Orientais / CC Maresme / CC Selva da Costa Brava (Supra-municipal), Prefeituras (locais) e Parc Natural de Monteseny e Parc Montenegre e o Corredor (Gerentes de Espaços Protegidos). Nesses três perfis de organizações de atores da água, são organizadas organizações: aquelas de interesse público (Usuários e Centros de Pesquisa), de interesse privado (Agro-Ramaders; Industrial; Setor de Turismo; Empresas de saneamento e distribuição; Domésticas (cidadãos); Consultoria; e utilizadores) e de interesse civil (Partidos Políticos; Associações de Vinhos e Pescadores; Plataformas Ambientais).

Bacia do Rio Muga

A bacia do rio Muga, localizada no nordeste da Catalunha, faz parte das bacias internas da Catalunha (CIC). Seus divisores de água fazem parte da fronteira entre Espanha e França, com 758 km², dos quais 24% são utilizados para culturas que absorvem 75% da demanda por água, em uma área irrigada de 11.225ha, enquanto 71% da bacia é composta por florestas (Fig. 10), 20% atendem à demanda urbana (140.000 habitantes, onde a população mais proeminente é Figueres).

Essa dinâmica de ocupação experimenta uma diversidade territorial recente, contrastada entre as áreas montanhosas dos Pirenéus das cabeceiras, principalmente a silvicultura (nascida a 1.180 m de altitude) e a planície sedimentar de seu curso baixo, onde predomina o uso agrícola (PAVÓN & RIBAS, 2009 p. 1528) As atividades turísticas são muito importantes na área, especialmente em os municípios da costa.

O reservatório de Boadella-Darrius é responsável pelo abastecimento urbano da cidade de Figueres, alguns centros turísticos e também pela irrigação, ligada ao ciclo da bacia hidrográfica da bacia, e pela dinâmica do uso da terra (BAYÉS, RIBAS & SAURÍ, 2003), o uso de aquíferos é alternativa para atender à demanda. A inquietação social por questões hídricas gera preocupação, Bayés et al (2003), identificaram na imprensa local as notícias mais recorrentes de 1950 a 2001, totalizando 422, nas quais o abastecimento de água foi objeto de maior número de notícias (40%), seguido de saneamento básico (13%), impacto ambiental (10%), poluição (7%) e penúltimo estado hidrológico da bacia hidrografica (12%). As notícias restantes estavam ligadas a desastres naturais de clima extremo.

Essa realidade mostra que as mudanças ambientais estão alterando a bacia, refletida na opinião pública, em virtude da dependência da sociedade da dinâmica hidrológica da bacia. Quando o acesso à água satisfaz os múltiplos usos, inicia-se o processo de conflitos e tensões sociais.

Nesse sentido, Ventura al (2000) introduz conceitos relevantes em uma análise da questão da água: tensão social e conflito social.

[...] El concepto de **tensión social** se refiere a la situación que se da cuando los usuarios del agua protestan por un suministro de agua precario [...].

[...] El **conflicto social**, en cambio, es otra clase de problemática que supone la confrontación directa, de manera individual o por colectivos, entre los diferentes usuarios. Es decir, el conflicto social implica entrar en un juego recíproco de acusaciones entre unos y otros usuarios acerca de los excesos de consumo de agua [...] (VENTURA, RIBAS & SAURÍ, 2000 p. 59-60), (Grifo nosso).

Os autores citados apresentam o contexto histórico vinculado a mudanças temporárias ou permanentes que levaram a conflitos sociais sobre a gestão da água na Bacia do Rio Muga entre 1980 e 1999. Embora as tensões relacionadas ao acesso à água e os conflitos estavam ligados aos direitos de uso da irrigação agrícola ou do setor de turismo, prejudicando o acesso dos demais atores.

Bacia do Rio Branco e Rio Colorado

O estado de Rondônia está localizado na região amazônica. Possui 52 municípios e uma população de aproximadamente 1.749.000 habitantes, em 2014. Somente Rolim de Moura e outros cinco municípios nesse período teriam uma população de mais de 50.000 habitantes. Apesar de ter água superficial nas quantidades usuais para a biota amazônica, atividades antrópicas como desmatamento e mineração já têm um impacto negativo nessa disponibilidade de água (ANA, 2010).

A preocupação com os impactos ambientais nas águas estaduais, expressa pelos diversos setores da sociedade, juntamente com a demanda do Governo Federal para que todos os estados brasileiros estejam em conformidade com os regulamentos da Lei 9.433/97, levou que em 2002, fosse promulgada em Rondônia, a Lei Complementar 255, para que, pelo menos teoricamente, o Estado adquira alguma autonomia na legislação hídrica.

Essa lei complementar dividia o espaço territorial do Estado em sete grandes bacias hidrográficas: Guaporé, Mamoré, Abuná, Madeira, Machado e Roosevelt. Todas essas bacias possuem um grande número de afluentes que há muito alimentam a percepção de um recurso abundante, embora desconectados da preocupação com a qualidade dessas águas e com as constantes mudanças nos rios em diferentes partes de suas bacias. Tudo isso permitido até meados de 2012, não havia processo legal para a criação de comitês hidrográficos nessas bacias (Caramello & Sauri, 2015).

Nesse cenário, a Bacia do Rio Branco e Colorado (BHIRC), com 9.337 km², é um dos afluentes diretos do rio Guaporé, cuja

taxa aproximada de desmatamento chega a aproximadamente 70% (sem considerar as áreas de reservas indígenas e áreas legais de extração). O BHIRC é composto por seis municípios: São Francisco do Guaporé, São Miguel do Guaporé, Alta Floresta d'Oeste, Alto Alegre do Parecis, Santa Luzia d'Oeste e Parecis, sendo também incluído na proposta de aprovação do comitê de recursos hídricos da bacia, os municípios de Nova Brasilândia e Novo Horizonte. Esta bacia encontra-se na área de dissecação do relevo denominado "Chapada dos Parecis", com variação altimétrica de 504 a 197m.

Em termos de atores, esta bacia é habitada por vários povos: quilombolas, indígenas (grupos étnicos Arikapú, Aruá, Ainkanã Djeoromitxí, Kanôe Makurap e Tupari), produtores rurais e população urbana, incluindo atores como empreendedores, usinas geradoras de energia e administrações públicas. Todos esses atores estão associados à busca do direito ao uso múltiplo da água, com base na Lei Nacional de Recursos Hídricos 9.433 / 97 e na Lei Estadual de Recursos Hídricos 255/2002 desde 2009. A intenção dos autores do BHIRC é promover sua inclusão em um processo de gestão da água integrado e participativo. Segundo sua visão, atualmente apenas o setor de geração de energia possui esse direito assegurado.

Todos esses atores estão envolvidos no processo de disputa pelo direito de acesso aos rios da Bacia do Rio Branco e Colorado. Na presença de conflitos hídricos no BHIRC e também em outras bacias do Estado de Rondônia, surge o pedido de que um processo de gestão da água seja implementada, pela sociedade, mas não dentro da Divisão de Grandes Bacias Estaduais, como inicialmente propõe a Lei 255/2002, no entanto, no nível da sub-bacia onde o diálogo inclusivo se torna mais urgente.

O Conselho de Recursos Hídricos do Estado de Rondônia - CRH RO, foi reativado em 2010, demonstrando uma capacidade moderna de diálogo e interação. Após inúmeras reuniões entre 2010 e 2014, foi decidido aprovar e publicar em julho de 2014 no DOE 31/07/2014, através de decretos: nº 19.061, a autorização legal para as eleições e a implantação do comitê de bacia hidrográfica dos Rios Branco e do Colorado. Ao mesmo tempo, também foi concedida autonomia a outras regiões hidrográficas (Fig. 11).

Figura 11 - Comitês de Bacias Hidrográficas autorizados no Estado de Rondônia em 2014. Fonte: Banco de dados do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Rondônia. Nota: em azul destacam-se as bacias de Río Branco e Colorado.



A primeira atividade dos agentes do pré-comitê do BHIRC consistiu em passar por um treinamento oferecido pela Agência

Nacional de Águas - ANA em 2014. Em segundo lugar, foi realizado o mapeamento dos setores representativos da sociedade para construir o processo de diálogo. O mapeamento dos atores é essencial para um processo de Gestão Integrada de Recursos Hídricos - GIRH, onde todos os atores representativos da bacia devem ser incluídos (CAMELLO & SAURÍ, 2015).

Levando em consideração essa idéia, a identificação das partes interessadas foi a segunda ação do plano de mobilização elaborado em conjunto com todo o pessoal e técnicos envolvidos no processo de mobilização para a eleição do primeiro comitê do BHIRC. Por meio desse plano, foi possível identificar os espaços de diálogo, a representatividade da população e sua localização geográfica e, assim, planejar a estrutura de acesso estimada e o tempo para dedicar ao processo de treinamento e mobilização.

Em meados de 2015, iniciou-se o terceiro processo, que consiste na organização de selecionar os atores que farão parte do primeiro Comitê da Bacia do Rio e da Bacia do Rio Colorado e que continuarão em 2016. Em relação à representatividade, os regulamentos são seguidos legais que definem quem são os atores que devem ser inseridos no diálogo sobre a água.

Em 2018, foi eleita a primeira diretoria do Comitê do Rio Branco e Colorado, incluindo o quarto setor como diferencial, dando voz às Comunidades Tradicionais e aos Povos Indígenas que passam a compor esse novo setor, com representatividade direta deles.

Considerações Finais

A água cria um diálogo jurídico, institucional, social, ambiental e econômico no Brasil e na Catalunha, certamente com a presença de lacunas, mas com a constância na busca de reorganizar a qualidade e a quantidade dos fluxos dos rios para atender à demanda de usos múltiplos,

O conceito de atores da bacia e a urgência da sociedade de gozar de representação no desenvolvimento dos planos de Gerenciamento de Bacias Hidrográficas é um processo ainda em construção nos estudos de caso apresentados neste trabalho. Embora na Bacia do Rio Branco e Colorado esse processo seja legalmente instituído pela Lei 9.433 / 97 e pela lei do Estado de Rondônia 255/2002, isso não garante sua implantação. Na Catalunha, a legislação espanhola sobre a água é desenvolvida a partir de 1866, sendo posteriormente renovada em 1985 e hoje segue as diretrizes e leis européias. Nesse caso, os atores diretamente ligados às bacias dos rios Tordera e Muga são as autoridades públicas e os agentes econômicos, perdendo uma participação mais ampla e efetiva da população na tomada de decisões no nível gerencial.

A demanda por água tornou-se o principal estímulo para a aplicabilidade do manejo integrado e participativo nos três estudos de caso. Da mesma forma, as políticas públicas de desenvolvimento e sustentabilidade devem reconhecer que o espaço geográfico é construído (e destruído) por ações provocadas pela ausência de planejamento ambiental, evidenciada pelas marcas deixadas na paisagem pela dinâmica de ocupação territorial, pois também deixa uma sociedade não preparada para avaliar as consequências a curto e a longo prazo.

Nesse sentido, acreditamos que a gestão de recursos hídricos sustentável somente é possível, através de mudanças que reduzem as lacunas causadas pela falta de comprometimento com uma gestão integral. Portanto, propomos como sugestão as seguintes iniciativas: maior investimento em Educação Ambiental formal e informal; implementação de um sistema de informação atualizado sobre a quantidade e qualidade das águas dos rios em páginas virtuais, mas também impresso em papel e idiomas de cada territorialidade para pessoas que não têm acesso à Internet, como é o caso dos povos indígenas da o BHIRC; maior preocupação por parte dos setores público e judiciário ao desenvolver e implantar programas e as leis mais rapidamente e ao inserir atores de cada bacia hidrográfica na discussão das cláusulas e, finalmente, criar um fundo de recursos para investir em projetos de pesquisa e mobilização da sociedade.

As experiências coletadas nos diferentes estudos de caso, resumidas abaixo, podem ser úteis para os outros estudos:

I - O Observatório da Bacia do Rio Tordera, com análises integradas da água (físicas, químicas, biológicas), com base na história do ambiente do rio e nos impactos que sofre ao longo dos anos, aproxima os pesquisadores da sociedade contribuindo para a geração de informações essenciais para políticas públicas e mudanças no comportamento da cidadania.

II - A implantação de unidades de manejo em diferentes partes da Bacia é uma forma de descentralizar a tomada de decisão, a gestão e envolver um maior número de atores nos diálogos de recuperação ambiental dos recursos hídricos.

III - O processo de mapeamento de atores no nível da bacia é relevante para que todos os atores representativos possam dar a conhecer as reivindicações de seus representados, enquanto se tornam vozes e mobilizadores socioambientais, e ampliam o próprio processo de participação. Um ponto também importante, nesse sentido, é que não se deve ter uma norma fechada como lei, porque cada bacia tem um histórico diferente de ocupação socioambiental.

IV - Um processo de gestão de bacias hidrográficas expressa a necessidade de envolver a sociedade na Diretiva Quadro da Água Europeia e na Lei Brasileiro de Recursos Hídricos 9.433 / 97: No entanto, nos dois marcos regulatórios não há Obviamente, quem deve fazer parte dos participantes, sendo essa responsabilidade transferida para níveis inferiores, de acordo com a dinâmica dos problemas de cada unidade hidrográfica específica. Assim, é reconhecida a diversidade física, cultural, econômica e ambiental de cada bacia e, portanto, a necessidade de construir um mapeamento representativo.

Defendemos a gestão integral dos recursos hídricos, contudo acreditamos que a gestão fluvial seja um convite urgente a gestão participativa e compartilhada, diante da grande pressão que as águas subterrâneas vem alcançando. Enquanto a sociedade não internalizar o preço que pagaremos pelo abandono dos rios estará em jogo a sustentabilidade hídrica como um todo.

Referências

ACA. Plan Sectorial de Caudales de Mantenimiento. Generalitat de Catalunya. Barcelona, 2005 Disponível em: <<https://aca-web.gencat.cat/aca/>>. Acesso em junho de 2015.

ACA. Plan de gestión de cuenca fluvial de Cataluña. Generalitat de Catalunya. Barcelona 2010. Disponível em: <<https://aca-web.gencat.cat/aca/>>. Acesso em junho de 2015.

ACA. Planificación del espacio fluvial en la cuenca de la Tordera. Generalitat de Catalunya. Barcelona 2014. Disponível em: <<https://aca-web.gencat.cat/aca/>>. Acesso em junho de 2015.

ACA. Barcelona 2015 Disponível em: <<https://aca-web.gencat.cat/aca/>>. Acesso em junho de 2015.

Agencia Nacional das Águas – ANA (2010).

BAYÉS, B. C.; RIBAS P., A. & SAURÍ, P., D.. Sequias y Prensa Regional en la Cuenca del Río Muga (Girona). Geographicalia, 44, 2003 pp. 123-144. Disponível em: <http://web2.udg.edu/aigua/material/Bayes_geographicalia.pdf/>. Acesso em julho de 2015.

BECKER, Bertha K.. Geopolítica da Amazônia. Estudos Avançados, 19 (53), 2005, pp. 71-86. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142005000100005/>>. Acesso em fevereiro de 2015.

BOADA, M. & SAURI, D. (2002). El Cambio Global. Editora Rubens, Barcelona.

BORRÀS, G.. Polítiques de gestió de l'aigua a Catalunya. Nota d'economia, núm. 93-94 (1r i 2n quadrimestre, 2009). Revista d'economia catalana i de sector públic. Generalitat de Catalunya. Barcelona, 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Lei n. 9.433: Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, Brasília, 1997.

CONAGUA (2007). Guía de Identificación de Actores Clave. Série: Planeación Hidráulica en México / Componente: Planeación Local, Proyectos Emblemáticos. Gobierno Federal Estados Unidos Mexicano. México, 2007. Disponível em: <<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/IAC.pdf/>>. Acesso em junho de 2010.

Confederación Hidrográfica del Ebro. Plan Hidrológico de la cuenca del Ebro. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Espanha, 2013.

CARAMELLO, N.; MARÇAL, M. & LIMA, L. F. M. Desafios para uma Gestão Ambiental dos Recursos Hídricos do Estado de Rondônia. Revista Geo Nordeste, edição 01 (2012) ano XXIII. Pp. 49 – 65. Recuperado em Disponível em: <<http://200.17.141.110/pos/geografia/geonordeste/index.php/GeoNordeste/article/view/94>, />. Acesso em agosto de 2012.

CARAMELLO, N. & SAURI, D. A Água como Elemento Motivador do Diálogo Científico Internacional. APEC, Barcelona, Espanha, 2014.

CARMELLO, N. PENHA, M., ARRUDA, C., STACHW R., CUNHA, J., CARNIATTO, I., XIMENES, C., ELIAS PIERA, F., PINHEIRO, I., OLIVEIRA, F. J., SAURÍ, D., STACHIW, Rosani MAX, C. Indicadores de Insustentabilidade Hídrica na Amazônia: Mobilização de todos os setores para implantação da Gestão das Águas no Estado de Rondônia – Brasil. III Congreso Internacional sobre Gestión Hídrica y Planificación Estratégica del Territorio. Cáceres, España, 2015.

CARMELLO, N. & SAURI, D. El Río, el Agua y la contribución de la Historia Ambiental en la Identificación de los actores de la Cuenca Río Blanco y Colorado: Amazonia. En ALISEDA, J. M. (editor) Gestión de recursos hídricos en España e Iberoamérica (pp 259-278). Navarra, España Editorial Aranzadi, SA. 2015.

CAZORLA, X.; ROCA, E. & URGELL, A. La política i la planificació de l'aigua i l'espai fluvial a la conca de la Tordera. En: Boada, M.; Mayo, S. y Maneja R. Els sistemes socioecològics de la conca de la Tordera. Institució Catalana d'Història Natural, Barcelona, 2008.

Comisión Europea (2000). Directiva Marco Del Agua. Informe España. Barcelona, 2000. Disponible em: <www.directivamarco.es/>. Acesso em junho de 2014.

CUADROS G. M.. Aguas, Ambiente y Derechos. En ALISEDA, J. M. (editor) Gestión de recursos hídricos en España e Iberoamérica (pp 20-49). Navarra, España Editorial Aranzadi, SA. 2015.

ESCOBAL, J., PONCE, C., HERNÁNDEZ ASENSIO, R.. “Intervenciones de Actores Extra-Territoriales y Cambios en la Intensidad de Uso de los Recursos Naturales: el caso del Territorio Cuatro Lagunas, Cusco-Perú”. Documento de Trabajo N°74. Programa Dinámicas Territoriales Rurales. Rimisp, Santiago, Chile, 2011. Disponível em: <<https://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/46663/1/133142.pdf/>>. Acesso em junho de 2014.

ESTEVAN, A. Y NAREDO, J. M.. Ideas y propuestas para una nueva política del agua en España. Bakeaz, 2004..

ESPLUGA; J Y SUBIRATS, J Participación ciudadana en las políticas de agua en España. En L. Del Moral & N. Hernández-Mora (eds.) Panel científico-técnico de seguimiento de la política de aguas. Sevilla, Fundación Nueva Cultura del Agua. Espanha, 2008. Disponível em: <<http://unizar.es/fnca> [/>. Acesso em março de 2016.

ESPLUGA, J., A. BALLESTER, N. HERNÁNDEZ-MORA Y J. SUBIRATS. Participación pública e inercia institucional en la gestión del agua en España. Revista de Estudios e Investigaciones Sociales n°134, Abril-Junio. pp:3-26. Barcelona, 2011.

GARRETÓN, M. A. Cambios Sociales, actores y acción en América Latina. UNESCO: División de Desarrollo Social. Publicación de las Naciones Unidas: Santiago de Chile. 2001.

GUDYNAS, Eduardo. Actores sociales y ambitos de construccion de politicas ambientales. Ambiente & Sociedade, (8), pp.5-19. 2001. Disponível em:

<<https://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2001000800002/>>.
Acesso em abril de 2015.

Global Water Partnership & International Network of Basin Organizations (2009). Manual para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas. ISBN: 978-91-85321-78-0. Disponível em: <[http://www.gwp.org/Global/ToolBox/References/A%20Handbook%20for%20Integrated%20Water%20Resources%20Management%20in%20Basins%20\(INBO,%20GWP,%202009\)%20SPANISH.pdf](http://www.gwp.org/Global/ToolBox/References/A%20Handbook%20for%20Integrated%20Water%20Resources%20Management%20in%20Basins%20(INBO,%20GWP,%202009)%20SPANISH.pdf)>. Acesso em junho de 2015.

Institut d'Estadística de Catalunya (Idescat) (2014). Disponível em: <www.idescat.cat/>. Acesso em janeiro de 2015.

LOAYZA, N.; CALDERÓN, F. Notas sobre el desarrollo humano y la sociología del actor. NUEVOS ACTORES SOCIALES I: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Editorial Plural, La Paz, 2002. Disponível em: <<http://idh.pnud.bo/d7/sites/default/files/Informes/Cuadernos%20de%20futuro/16%20NUEVOS%20ACTORES%20SOCIALES%20vol%2001/cuaderno16.pdf>>. Acesso em junho de 2014.

LATOUR, B. Reensamblar lo social: una introducción a la teoría del actor – rede. Traducción de Gabriel Zadunaisky. Buenos Aires: edición Manantial, 2008.

MAGALHÃES- JUNIOR, A. P. Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

MARCH, H. Y SAURÍ, D. The unintended consequences of ecological modernization: debt-induced reconfiguration of the water cycle in Barcelona. *Environment and Planning A*, 45 (9), pp. 2064-2083. Barcelona, 2013.

MIRALLES, M. L'estat de la Tordera: consideracions globals. En: Boada, M.; Mayo, S. y Maneja R. *Els sistemes socioecològics de la conca de la Tordera*. Institució Catalana d'Història Natural, Barcelona, 2008.

Observatorio de las Políticas del Agua. Evaluación del primer ciclo de planificación hidrológica en España en aplicación de la Directiva Marco del Agua. Fundación Nueva Cultura del Agua, Zaragoza Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea (2000). Directiva 2000/60/CE, 2014.

PLA, E; PASCUAL, D. Adaptacions al Canvi Climàtic en l'Ús de l'Aigua (ACCUA). Catalunya Caixa Obra Social, Barcelona, 2012.

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD. . Mecanismo de Respuesta para Actores Clave: Presentación General y Orientación. 2014. Disponível em: <<http://www.undp.org/content/dam/undp/library/corporate/Social-and-Environmental-Policies-and-Procedures/SRM%20Guidance%20Note%20Sp.pdf>>. Acesso em janeiro de 2015.

PUJANTELL, J. (2012). Les manifestacions del canvi global en àrees de muntanya mediterrània: un cas d'estudi al Baix Montseny. Tesis Doctoral. Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (ICTA), Universitat Autònoma de Barcelona (UAB).

ROCA, E.; URGELL, A. La dimensió social dels recursos hídrics de la conca de la Tordera: usos i percepcions. En: Boada, M.; Mayo, S. y Maneja R. Els sistemes socioecològics de la conca de la Tordera. Institució Catalana d'Història Natural, Barcelona, 2008.

GARCÍA Sánchez, Ester. El concepto de actor: Reflexiones y propuestas para la ciencia política. Andamios, 3(6), 2007 pp. 199-216. Recuperado en 30 de marzo de 2016, de Disponible em: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S187000632007000100008&lng=es&tlng=es. />. Acceso em outubro de 2014.

SALINAS J. Concertación de Actores Territoriales para el impulso del Desarrollo Productivo de la Provincia del Loa, Región de Antofagasta, Chile. Marco del Proyecto CEPAL/GTZ de Desarrollo Económico Local y Descentralización de la División de Desarrollo Económico. Chile, 2000. Disponible em: <<http://www.cepal.org/publicaciones/xml/1/6071/lcr1988e.pdf> >. Acceso em outubro de 2014.

SAURÍ, D. (1989). Geografía, Marcos Legales y Recursos Hidráulicos. Departamento de Geografía, Universidad Autónoma de Barcelona. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 1989 - dialnet.unirioja.es.

SAURÍ, D. Y BOADA, M. Sostenibilidad y Cultura Campesina: hacia modelos alternativos de desarrollo rural. una propuesta desde Cataluña, 2006. Boletín de la A.G.E. N.º 41 - pp. 315-328. Disponible em: <<http://boletin.age-geografia.es/articulos/41/13-SOSTENIBILIDAD.pdf/>>. Acceso em junho de 2015.

SIMMONS I. G. Changing the Face of the Earth: Culture, Environment, History, 1991/1988

SAMANIEGO López, Marco Antonio. (2008). El control del río Colorado como factor histórico: La necesidad de estudiar la relación tierra/ agua. *Frontera norte*, 20(40), 49-78. Disponível em:

<[TELLO, E. Fiscalitat ambiental i nova cultura de l'aigua. *Medi ambient, Tecnologia i Cultura*, 25. Generalitat de Catalunya, Barcelona, 2000.](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-737220080002_00002&lng=es &tlng=es. />. Acesso em junho de 2015.</p></div><div data-bbox=)

RIBAS, A. P.SAURÍ D., VILLALBA T., J. D. BAYÉS, C. B., PAVÓN, D. G., RIBERA, L.M., & VENTURA, M. P. (2002). Participación de Agentes Sociales en la Gestión del Agua: Propuesta Metodológica para la Cuenca del Río Muga (Girona). Disponível em:

<[OSPINA, P, RAMIREZ, E., BEBBINGTON, A., HOLLENSTEIN, P., y NUSSBAUM, I. 2012. Actores extraterritoriales y desarrollo rural. Serie Claves para el Desarrollo Territorial. Santiago Chile: Rimisp-Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. Disponível em:](http://web2.udg.edu/aigua/material/Sevilla2002.pdf/>. Acesso em setembro de 2015.</p></div><div data-bbox=)

<[64](http://rimisp.org/wp-content/uploads/2013/04/Serie-Claves-DTR-03-Actores-Extraterritoriales-Desarrollo-Rural.pdf/>. Acesso em janeiro de 2013.</p></div><div data-bbox=)

Tribunal de Justicia Europeo Sentencia del Tribunal de Justicia (Sala Sexta) de 4 de octubre de 2012, en el asunto C-403/11. (2012). Disponível em: <<http://curia.europa.eu/juris/document/document.jsf?text=&docid=128021&pageIndex=0&doclang=es&mode=req&dir=&occ=first&part=1&cid=3598949>>. Acesso em maio de 2015.

VENTURA, Ribas & SAURÍ. Gestión del Agua y Conflictividad Social en la Cuenca del Río Muga (Alt Empordà). Geographica 38, pp. 59-75. Barcelona, 2000.

_____. Dos discursos Antagónicos a la Gestión Integral de los Ríos: El Río Antropocéntrico versus el Río Ecocéntrico. Estudios Geográficos, LXIII, Vol 63, No 246. Madrid, Espanha, 2002.

VVAA Informe. Los conflictos hídricos más importantes de las Cuencas Internas de Catalunya. Barcelona, 2013. Disponível em: <https://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/cuencas_internas_catalunya.pdf>. Acesso em julho de 2015.

PARTICIPAÇÃO SOCIAL NA GESTÃO DAS ÁGUAS: A ATUAÇÃO DO CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE RONDÔNIA

Tathyana Rodrigues Leal ROCHA

Lucas da SILVA

Marta Silvana Volpato SCCOTI

Introdução

A proteção do meio ambiente por longos períodos foi relegada a segundo plano, até que as nações refletissem e chegassem à conclusão de que a questão ambiental necessitava de normas jurídicas para sua proteção. Todavia, isto foi possível apenas no momento em que as questões locais e regionais foram consideradas com relevância de abrangência internacional, como a ocorrência das chuvas ácidas, do efeito estufa e do buraco na camada de ozônio.

Nesse sentido, conforme relata Passos (2009), foi a Organização das Nações Unidas que deu início à discussão em nível internacional, culminando na realização da Conferência de peritos sobre os fundamentos científicos da utilização e da conservação racional dos recursos da biosfera, promovida pela UNESCO. Neste evento, os Estados reconheceram a importância da declaração universal que foi denominada Declaração de Estocolmo, realizada em Estocolmo em 1972.

No país, com a inclusão das questões ambientais na Constituição de 1988, houve avanços também em razão das transformações que impulsionaram a negociação entre os grupos sociais. Em virtude do descrédito do regime militar vigente, houve aclamação dos cidadãos por uma participação mais direta, o que tornou imprescindível a formação de colegiados e conselhos para influenciar nas ações de gestão pública, no período pós-ditadura, fator importante na democratização do país.

Diante dos inúmeros desafios, fez-se necessária a criação de um arcabouço jurídico para subsidiar o aprimoramento da política nacional de recursos hídricos. A institucionalização da Constituição de 1998 e da Lei Ordinária Federal nº 9.433/1997, as quais definem a Política Nacional dos Recursos Hídricos - PNRH e o Sistema Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos – SINGREH, constituíram-se nos primeiros passos para a estruturação do setor.

A lei federal de recursos hídricos por sua vez inseriu o viés da descentralização e da participação social ao estabelecer, além da participação dos órgãos gestores estaduais, também a participação das instâncias participativas, denominadas conselhos de recursos e comitês de bacia hidrográfica.

A maioria dos estados brasileiros criaram suas leis com base na lei federal e deram início à implementação da governança, através de ações coordenadas de governo e da sociedade para a gestão das águas. No caso específico do estado de Rondônia, a governança das águas encontra-se em estágio inicial e o cenário atual é resultado da exploração dos recursos florestais para extração madeireira, expansão da agricultura, piscicultura, energia hidrelétrica e atividades industriais que

geraram a erosão do solo e o assoreamento dos rios.

Vale salientar que a premissa de “água em abundância” no estado ocasionou a falta de preocupação ou negligência da atitude das autoridades públicas e dos cidadãos. Além disso, a ausência de incentivos para o uso racional de insumos de produção industrial - como plástico, papel, borracha, gerou muitos resíduos e a destinação final ambientalmente inadequada, trouxe consequências sobre a qualidade da água, como a contaminação de mananciais.

Para o enfrentamento destas questões, atualmente o CRH/RO encontra-se em plena atividade com a realização de reuniões bimestrais, com a aprovação de resoluções, normatizando a gestão das águas no âmbito estadual, vem atuando como interveniente de aporte financeiro por convênio com o governo federal, entre outras ações. Esta atuação do CRH/RO possibilitou a análise da sua efetividade social na gestão dos recursos hídricos, por meio da análise do acervo documental e encaminhamentos que o CRH/RO produziu. Além disso, proporcionou o questionamento sobre a eficácia das suas decisões no período de 2011 a 2016.

Partindo da premissa de que a atuação efetiva do CRH/RO não só possibilita, mas também impulsiona a implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos e que é importante o aprimoramento da gestão dos recursos hídricos, o tema possui indiscutível relevância social, investigando o papel do CRH/RO no estágio atual e sua eficácia para a gestão das águas estaduais a partir das suas deliberações.

Métodos e Técnicas

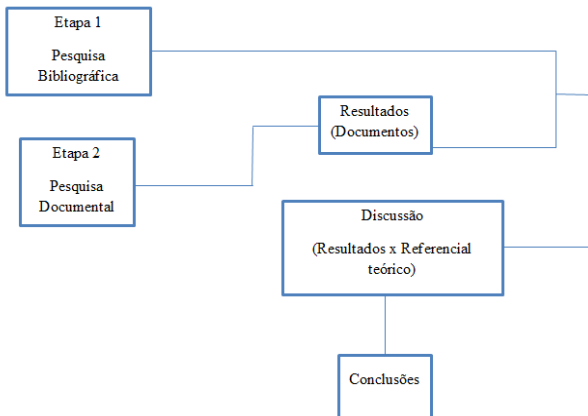
A escolha dos instrumentos e procedimentos metodológicos para a realização do estudo convergiu para a utilização da pesquisa bibliográfica, documental e de campo, adotando-se, assim, o entendimento de Fachin (2001), sobre o conceito de método, em que a seleção deve se basear em dois critérios fundamentais: a natureza do objeto e o objetivo do estudo. Em razão do conhecimento prévio da dinâmica de funcionamento do CRH/RO, o interesse investigativo convergiu para o desenvolvimento de uma análise qualitativa.

Para a consecução do estudo, foi inicialmente realizado o levantamento bibliográfico com a finalidade de coletar informações sobre o referencial teórico que apoia o estudo e norteia sua análise. A segunda etapa fez parte da coleta de dados, envolveu a coleta de memorandos, ofícios, comunicados, agendas, planos, propostas, relatórios, cronogramas e principalmente, atas de reuniões e teve como objetivo a confirmação de evidências de outras fontes e/ou acréscimo de informações.

No entanto, as atas das reuniões demonstraram maior riqueza de informações e por esta razão os resultados foram baseados especialmente nestas atas. Ressalta-se que todos os documentos pesquisados do período de 2011 a 2016, foram disponibilizados pela Secretaria Executiva do CRH/RO.

Deste modo, para apoiar a pesquisa e atingir os objetivos propostos, adotou-se o seguinte roteiro de pesquisa composto pelas seguintes etapas articuladas entre si:

Figura 1. Etapas de desenvolvimento da pesquisa.



Neste sentido, a discussão foi desenvolvida tendo como premissa o método de interpretação desenvolvido por Minayo (1992) *apud* Césare (2009), hermenêutico-dialético, que é dividido por dois níveis de interpretação.

O primeiro nível é constituído pelo contexto sócio-histórico, ou seja, conjuntura sócio-econômica e política em que corresponde o grupo social a ser investigado. O segundo nível tem a formação de 3 fases: (1) ordenação dos dados: mapeamento de todos os dados (transcrição, releitura, organização dos relatos); (2) classificação dos dados: estabelecimento das categorias baseado na fundamentação teórica; (3) análise final: articulações entre dados e referencial teórico, com o propósito de responder à questão de pesquisa que é analisar a eficácia da participação social do Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Rondônia, com análise de suas deliberações. Por último, foram elaboradas as considerações finais, baseadas na reflexão das informações

obtidas no estudo.

Área de Estudo

O Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Rondônia – CRH/RO foi criado pela Lei Complementar nº 255, de 25 de janeiro de 2002. Sua composição não passou por alterações até a presente data e suas ações vêm sendo intensificadas desde o ano de 2011, composta pelo poder público, usuários e sociedade civil. No entanto, essa composição não torna a instância paritária, o poder público e entidades profissionais possuem maioria das cadeiras. Por consequência, estas instituições exercem a tarefa de mediadores dos conflitos da sociedade pelo uso da água.

Com relação a sua finalidade, destaca-se a função de órgão colegiado formulador da Política Estadual de Recursos Hídricos, que possibilita o estabelecimento de diretrizes, normas e medidas necessárias a sua gestão em Rondônia. Além disso, cabe salientar que foi formalmente instalado em 14 de agosto de 2012, quando realizou a sua primeira reunião ordinária, na qual empossou seus conselheiros para a Gestão 2012-2014. Bem como, na oportunidade, aprovou o seu regimento interno que foi debatido em reuniões denominadas preparatórias. Vale ressaltar que, desde a sua concepção visa à administração pública participativa com a representação de organizações sociais entre seus assentos.

Com relação à estrutura de funcionamento, a secretaria executiva do CRH/RO é ocupada pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental – Sedam, conforme

estabelecimento da lei estadual de recursos hídricos. A secretaria executiva viabiliza as pautas das reuniões e o local para realização das reuniões, dentre outras atribuições que possibilitaram uma influência maior na formulação da política das águas.

No que tange a sua presidência, no regimento interno é estabelecido que o titular representante do órgão gestor deve figurar como presidente e a vice-presidência deve ser eleita entre os seus pares. Por sua vez, foi observado que o CRH/RO tem em sua composição um titular e um suplente, os quais tiveram participação ativa no período do estudo, sem que houvesse cancelamento de reunião ordinária ou extraordinária, por ausência de quórum regimental.

Essas reuniões do conselho ocorrem ordinariamente a cada 2 meses e com relação às reuniões extraordinárias, são convocadas com 5 dias de antecedência para tratar do encaminhamento de temas, geralmente urgentes ou que não foram finalizados nas reuniões regulares. São públicas e abertas à sociedade civil, conforme determina o seu regimento.

Neste sentido, ressalta-se que desempenhando atividade de secretaria executiva, a Sedam propôs a pauta das reuniões, criou e manteve página na internet do conselho (com ata das reuniões, documentos e resoluções), apoiou financeiramente o deslocamento dos conselheiros da sociedade civil para eventos, publicou coletânea de decretos e resoluções do CRH/RO, estabeleceu apoio técnico aos conselheiros e membros da câmara técnica e convidou técnicos de outras instituições (por exemplo, Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do Ministério do Meio Ambiente, Agência Nacional de Águas, Universidade Federal de Rondônia) para exposição técnica nas

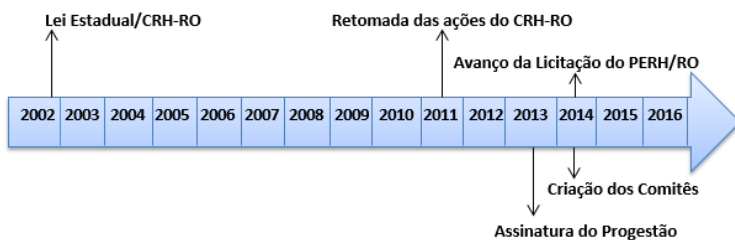
reuniões do conselho.

Vale salientar que, além da proposição de pauta de reuniões realizada pela secretaria executiva, também foi aprovada a inclusão de pauta proposta pelos próprios conselheiros. Observa-se que a realização sistemática de reuniões do CRH/RO, resultado de sua reativação no ano de 2011, deu início à implementação das ações inerentes à Política Estadual de Recursos Hídricos.

Neste período, a Diretoria de Recursos Hídricos entrou em funcionamento com equipe formada por apenas 2 (dois) servidores efetivos, equipe a qual a autora deste estudo foi parte integrante. Desta forma, a primeira iniciativa foi convocar os representantes do CRH/RO para a retomada das ações. Ao longo do período investigado de pleno funcionamento, a Sedam como o órgão gestor dos recursos hídricos do estado de Rondônia, desenvolveu ações de forma participativa através do CRH/RO, com a realização de debates com a sociedade acerca da forma mais adequada de implementar a gestão e o funcionamento do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

A partir de sua reativação, as ações culminaram principalmente com a institucionalização dos cinco primeiros Comitês de Bacia Hidrográfica – CBHs e com o avanço do processo licitatório para contratação de empresa para a elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH/RO, no ano de 2014 (Figura 1). Vale destacar a ocorrência da 1ª Posse dos Conselheiros, após a aprovação do seu regimento interno no ano de 2012.

Figura 1 – Cronologia dos principais avanços do CRH/RO



Fonte: adaptado de OCDE, 2015.

Até meados de 2013, já fazia parte do plano de trabalho da secretaria executiva do CRH/RO, a formação e instalação dos primeiros comitês de bacia hidrográfica do estado e a elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos. Ao final do mesmo ano, foi assinado convênio com a Agência Nacional das Águas – ANA, denominado Pacto Nacional de Gestão das Águas - Progestão, que tem como parte interveniente o CRH/RO.

Este convênio representou para o estado uma pressão e ao mesmo tempo um impulso para a implementação da política de recursos hídricos estaduais que havia estagnado 4 (quatro) anos após a sua criação.

Coube ao CRH/RO, a partir de proposta da entidade coordenadora do Programa, aprovar os patamares mínimos de gestão de recursos hídricos a serem alcançados com o convênio, os quais compuseram o Quadro de Metas específico no âmbito do estado, com horizonte de cinco anos.

Resultados e Discussão

Durante os cinco anos de reativação das ações do CRH/RO, entre 2011 a 2016, o CRH/RO reuniu-se 32 vezes e aprovou 9 resoluções, tanto relativas à estrutura e funcionamento quanto as relativas à efetivação do Sistema e da Política Estadual de Recursos Hídricos. Essa característica normativa e de instância superior do CRH/RO na gestão dos recursos hídricos é retratada por Ana (2013), que destaca que “Os conselhos exercem suas funções de caráter normativo e deliberativo, sendo que, no âmbito estadual, representam as instâncias máximas dos Sistemas Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos” (ANA, 2013, p. 228).

No período investigado, a participação social através das discussões entre vários segmentos da sociedade em reuniões ordinárias e extraordinárias do CRH/RO, resultou em tomadas de decisões importantes. Foram aprovadas resoluções que tratam de temas estratégicos, como o estabelecimento das competências específicas e composição da Câmara Técnica de Planejamento e Instrumentos de Gestão - CTPIG, como o estabelecimento de diretrizes para a formação e o funcionamento de Comitês de Bacia Hidrográfica, aprovação do Quadro de Metas do Programa de Consolidação do Pacto Nacional de Gestão das Águas - Progestão, a que dispõe sobre critérios para definição de derivações, captações, lançamentos de efluentes, acumulações e outras interferências em corpos de água de domínio do Estado de Rondônia que independem de outorga, que não estão sujeitos à outorga, e instituição dos 5 (cinco) primeiros Comitês de Bacia Hidrográfica do estado.

Essas decisões participativas destinadas à gestão e

regulação dos recursos hídricos, corrobora com a afirmação de Araújo (2011), o qual considera que uma importante mudança em qualidade teve surgimento com a participação da sociedade civil no interior dos novos palcos públicos de interação e negociação, juntamente com a descentralização do poder.

Foram registradas nas atas de reuniões do CRH/RO essa participação social e descentralização do poder. Para a pesquisa, as atas que forneceram subsídios são referentes às gestões de 2012-2014 e 2014-2016 e também se referem às atas das reuniões denominadas preparatórias. As oito reuniões preparatórias, realizadas entre outubro de 2011 a julho de 2012, foram reuniões caracterizadas por decisões estruturantes, cuja pauta principal foi a elaboração do regimento interno.

Nessas reuniões ocorreram intensos debates e as decisões foram essencialmente por consenso entre os participantes. Essas decisões consensuais são resultado do processo de negociação entre os vários segmentos representados no conselho, neste sentido, Jacobi (2006) ressalta que “o entendimento do problema é pressuposto para que os atores comecem a dividir sua compreensão sobre o mesmo, explorando as possibilidades de perspectivas para a intervenção” (JACOBI, 2006, p. 04).

Vale destacar que, as reuniões realizadas entre agosto de 2012 a dezembro de 2013, no total de 12 reuniões, foram tomadas decisões estruturantes, em continuidade às reuniões anteriores. Já com relação às cinco reuniões ocorridas no ano de 2014, houve preponderância de decisões que potencializam diretamente a qualidade da gestão das águas, diferenciando-se das reuniões anteriores que tiveram decisões essencialmente estruturantes (Quadro 01).

Quadro 1: Ações deliberadas por evento do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CRH/RO em 2014

EVENTO	AÇÕES
<p>10ª Reunião Ordinária (20/02/2014)</p>	<p>1. Criação e Instalação do Comitê da Bacia Hidrográfica (CBH): CBH dos Rios Alto e Médio Machado; da Bacia Hidrográfica dos Rios Jaru e Baixo Machado da Bacia Hidrográfica do Rio Jamari - RO das Bacias Hidrográficas dos Rios Branco e Colorado e do Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios São Miguel – Vale do Guaporé.</p> <p>2. Elaboração do Termo de Conciliação referente aos CBHs dos Rios Branco e Colorado e dos Rios São Miguel – Vale do Guaporé para posterior aprovação da Câmara Técnica responsável pela emissão dos respectivos pareceres para criação destes CBHs.</p> <p>3. Apresentação do relatório de atividades do CRH/RO do ano de 2013.</p>
<p>11ª Reunião Ordinária (24/04/2014)</p>	<p>1. Aprovação da Minuta de Resolução nº 04 que dispõe sobre critérios para definição de derivações, captações, lançamentos de efluentes e acumulações que não estão sujeitos à outorga.</p> <p>2. Deliberação sobre as propostas de instituição dos Comitês de Bacias Hidrográficas CBH-JAMARI-RO, CBH-JBM-RO, CBH-AMMA-RO, CBH-RBC-RO e CBH-RSMVDG-RO à CTPIG para maiores discussões e detalhamento.</p> <p>3. Decisão de prorrogar a discussão e aprovação do Relatório Anual e do formulário de Autoavaliação do Progestão para reunião extraordinária para os esclarecimentos necessários para subsidiar as deliberações.</p>

<p>12ª Reunião Ordinária (26/06/2014)</p>	<p>1. Aprovação das Minutas de Resolução nº 05, 06, 07, 08 e 09 que aprovam as propostas de instituição dos Comitês de Bacias Hidrográficas do Rio Jamari (CBH-JAMARI-RO); do Rio Jaru - Baixo Machado (CBH-JBM-RO); do Rio Alto e Médio Machado (CBH-AMMA-RO); dos Rios Branco e Colorado (CBH-RBC-RO), dos Rios São Miguel - Vale do Guaporé (CBH-RSMVG-RO).</p> <p>2. Aprovação do Relatório Anual de Autoavaliação das Metas Federativas e Institucionais do Progestão – Avaliação das Metas de Gestão de Águas no âmbito do Sistema Estadual em 2013.</p> <p>3. Aprovação da indicação de 3 (três) membros titulares e 3 (três) membros suplentes, como representantes dos Comitês de Bacia Hidrográfica eleitos para representação junto ao CRH/RO, na gestão 2014 – 2016.</p> <p>4. Aprovação da criação do Grupo de Trabalho para elaboração do regimento interno do Fundo Estadual dos Recursos Hídricos composta por membros do CRH/RO.</p>
<p>13ª Reunião Ordinária (28/08/2014)</p>	<p>1. Posse de 25 instituições representantes no CRH/RO, para a 2ª gestão do CRH, biênio 2014 – 2016.</p>
<p>8ª Reunião Extraordinária (28/08/2014)</p>	<p>1. Posse de representantes [1] de Comitês de Bacia Hidrográfica</p> <p>2. Posse do presidente interino e do secretário executivo dos cinco Comitês de Bacia Hidrográfica do estado, para o biênio 2014-2016.</p>
<p>14ª Reunião Ordinária (11.12.2014)</p>	<p>1. Eleição do Vice-Presidente do CRH/RO entre os pares</p> <p>2. Eleição de nova composição de membros para a Câmara Técnica de Planejamento e Instrumentos de Gestão – CTPIG.</p> <p>3. Eleição dos membros da câmara técnica para acompanhar a execução do Projeto Pacto Nacional pela Gestão das Águas – Progestão.</p>

Fonte: Atas das Reuniões Ordinária e Extraordinária do CRH/RO ocorridas no ano de 2014.

É importante salientar que as três reuniões ocorridas no ano de 2015, tiveram deliberações estruturantes, principalmente referentes à implementação das metas e ações do Progestão e do respectivo planejamento estratégico. Ressalta-se a dificuldade quanto à liberação dos recursos do programa Progestão, com execução lenta do planejamento estratégico aprovado pelo CRH/RO em 2013.

Para Andrade e Rossetti (2006), o conselho corresponde à força interna de controle das ações da corporação, promovendo o envolvimento com a gestão, conforme o estabelecido em seu regimento interno, à missão e às competências, além de definir suas regras para atuação.

Em reuniões ocorridas ainda em 2015, foi possível observar que foi suscitada a retomada das discussões sobre a implementação do Fundo Estadual de Recursos Hídricos, sendo proposto pelos membros do CRH/RO, que poderia ser realizada através de convocação de oficina de trabalho. Já as deliberações até junho de 2016, final da gestão 2014-2016, tiveram características estruturantes, além de deliberações direcionadas à implementação de ações de gestão dos recursos hídricos (Quadro 2).

Quadro 2: Ações deliberadas por evento do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CRH/RO, fevereiro a junho de 2016.

EVENTO	AÇÕES
<p>17ª Reunião Ordinária (25.02. 2016)</p>	<p>1. Deliberação determinando que o órgão gestor (Sedam) deverá formalizar documento assinado pelo Presidente do CRH/RO, esclarecendo a contextualização técnica adotada para a construção dos produtos realizados no âmbito do Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH/RO para apresentação à plenária.</p> <p>2. Deliberação acerca da composição da comissão para emissão de parecer quanto aos produtos do PERH/RO para ocorrer a nomeação dos membros por meio de portaria, sendo que 2 membros devem ser representantes do CRH/RO.</p>
<p>10ª Reunião Extraordinária (06/05/2016)</p>	<p>1. Deliberação acerca da complementação de mais 2 membros do CRH/RO à comissão de acompanhamento do processo de elaboração do PERH/RO, somando 4 membros do conselho e mais 4 técnicos do órgão gestor.</p> <p>2. Deliberação acerca da formação de grupo de trabalho para posicionamento conclusivo quanto à dispensa ou não de análise de água dos parâmetros DBO (demanda bioquímica de oxigênio), DQO (demanda química de oxigênio), N (nitrogênio) e P (fósforo) como condição para obtenção da renovação da Licença de Operação e Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos para a atividade de piscicultura.</p>

<p>18ª Reunião Ordinária (23.06.2016)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Decisão em consenso acerca da não aprovação do Relatório Anual do Progestão para a liberação da quarta parcela do programa, em razão de pendências a serem justificadas e apresentadas em reunião extraordinária. 2. Decisão acerca da substituição do mapa dos Comitês de Bacia Hidrográfica do estado pelo mapa oficial aprovado pelo CRH/RO, no produto I do Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH/RO apresentado pela Sedam. 3. Decisão determinando que o órgão gestor (Sedam) fará consulta à Procuradoria Geral do Estado – PGE/RO quanto à exigência pelo órgão gestor de pessoa jurídica (CNPJ) para o repasse de recursos financeiros às diretorias provisórias para mobilização e estruturação dos comitês de bacia.
--	---

Fonte: Atas das Reuniões Ordinária e Extraordinária do CRH/RO.

Nesta gestão 2014 – 2016, os membros do conselho cobraram ao órgão gestor, Sedam, a publicidade das atas das reuniões no site da instituição, visando dar transparência às ações do CRH/RO à sociedade em geral. Foi ainda cobrada a retomada das discussões sobre a implementação do Fundo Estadual de Recursos Hídricos. Para a aprovação do PERH/RO foi exigida também pelos conselheiros, a plena transparência no processo de construção dos produtos executados pelo órgão gestor. Nesta perspectiva, Silva e Moreira (2017), ressaltam que o partilhamento de obrigações sem fornecer à sociedade informações ou outras formas cabíveis para o efetivo exercício de cidadania, resulta no escanteio de questões emergentes, como a socioambiental.

No total de 10 reuniões (3ª, 4ª, 5ª, 6ª, 10ª, 11ª, 12ª, 13ª, 14ª,

15ª) Ordinárias, houve votação de matéria constante na pauta, porém essas votações ocorreram após intensos debates, momentos em que foi proporcionado o direito de voz a todos os participantes, garantindo assim o exercício do princípio da pluralidade. Em todas as reuniões denominadas preparatórias e nas reuniões 1ª, 2ª, 7ª, 8ª, 9ª, 16ª, 17ª, 18ª Ordinárias e 1ª, 2ª, 3ª, 8ª, 9ª, 10ª Extraordinárias, totalizando 22 reuniões, o conselho aprovou suas deliberações por consenso entre seus participantes.

As decisões políticas envolveram muitas discussões, no entanto acordos públicos de consensos foram construídos pelos membros do CRH/RO. Ressalta-se que foi observada descontinuidade na numeração das reuniões extraordinárias, da 3ª passou a 8ª reunião. Entretanto, não houve comprometimento na análise documental. Com relação à intensidade das discussões em instâncias deliberativas Camargos (2008) explica que, os campos sociais têm uma distribuição desigual de poder, conforme os interesses ocorre contestação ou consenso.

Foi observado que no processo de deliberação nas reuniões do CRH/RO, houve o exercício da argumentação e da decisão, e esse processo foi inclusivo à participação dos diferentes segmentos representados no colegiado, atendendo assim o princípio da igualdade, conforme é preceituado por Thompson (2008).

Segundo o que foi constado em atas e no portal da Sedam, ocorreu publicidade das ações do órgão gestor junto ao CRH/RO e à sociedade em geral. Apesar de algumas limitações no funcionamento da secretaria executiva do conselho, exercida pela Sedam, em especial com relação aos recursos humanos insuficientes, impediram a plena transparência, a visibilidade das

ações públicas e o controle social que são proporcionados pela aplicação do princípio da publicidade.

Apesar de no CRH/RO não haver paridade entre setor público, usuários e organizações sociais, a pluralidade no que tange à diversidade dos atores e a possibilidade das divergências foram respeitadas no período investigado. Os registros em atas demonstram a participação de diversos atores com opiniões divergentes nas discussões.

Fato que tornou possível a potencialização da autorreflexão dos conflitos vivenciados no colegiado, a partir da discussão pública e transparente. Neste sentido, com relação às divergências ocorridas Almeida e Cunha (2009), ressaltam ainda que, “a exposição de diferentes razões, consideradas mutuamente acessíveis e aceitáveis entre os participantes, deve ser público, tanto no sentido de tratar de questões que são de interesse público quanto de ocorrerem de forma transparente” (ALMEIDA & CUNHA, 2009, p. 13).

No que se refere à igualdade, que no caso é sinônimo de participação no processo decisório, os membros do CRH/RO tiveram espaço aberto para suas manifestações nas discussões sem distinção, chegando muitas vezes os conselheiros a influenciarem nas pautas de reuniões da instância.

Desta forma, a teoria deliberativa democrática se apresenta como referencial teórico utilizado para compreensão da realidade política dos conselhos, partindo dos princípios da publicidade, pluralidade e igualdade deliberativa. É fato registrado nas atas que o conselho foi conduzido em suas reuniões pelo presidente e vice-presidente em exercício e secretário executivo, os quais

buscaram o convencimento progressivo em conformidade ao melhor argumento dos membros do CRH/RO.

É importante salientar que no processo de discussão e deliberação vence o melhor argumento em razão da exposição de justificativas dos atores envolvidos. Conforme Thompson (2008), “a deliberação é um meio para se chegar às decisões coletivas que devem ser mutuamente justificadas pelas pessoas que são afetadas por essas decisões” (THOMPSON, 2008, p. 501).

Nos encaminhamentos das reuniões, evitou-se a estratégia da votação para tratar a divergência, e foi incentivado o debate continuado, com garantia das “falas” dos membros do conselho no processo decisório. Na análise das reuniões foi possível a reflexão com base na noção teórica, proporcionada por Thompson (2008), que a deliberação mais produtiva é aquela que provém de sistemas de consenso em detrimento da deliberação provinda de sistemas competitivos em que prevaleçam as decisões com base em votação.

A aprendizagem coletiva no conselho foi estabelecida com o aumento da confiabilidade entre seus membros na compreensão de que todos os membros tinham a missão de proteger e conservar os recursos hídricos. Os representantes do poder público, dos usuários e da sociedade civil construíram no processo de negociação e deliberação no interior do conselho, as bases para impulsionar a efetivação da gestão das águas do estado de Rondônia.

Portanto, conforme destaca Maillard (2001) *apud* Dolabela (2008), é muito relevante o fato de que as políticas públicas devem valorizar a aprendizagem baseada nas experiências e

conhecimentos adquiridos pelos atores sociais. Pela primeira vez, a política de recursos hídricos pôde dar passos iniciais para sua efetivação de forma participativa com intervenção de atores não estatais no processo deliberativo da gestão das águas do estado de Rondônia.

Considerações Finais

No estado de Rondônia, a atuação do CRH/RO foi intensificada no período de 2011 a 2016, com destaque para decisões políticas construídas com base em acordos públicos de consensos, onde o exercício da argumentação e da decisão foi inclusivo à participação dos diferentes segmentos representados no colegiado.

Observou-se que os princípios da teoria deliberativa, publicidade, pluralidade e igualdade foram respeitados no período pesquisado, entretanto, devem ser aperfeiçoados os procedimentos adotados. Com relação ao princípio da publicidade, a ineficiência na divulgação de documentos pela Secretaria Executiva do CRH/RO foi registrada em ata. Fator que dificultou a transparência, a visibilidade e controle das ações públicas.

Quanto ao princípio da pluralidade dos atores e a possibilidade das divergências foram critérios respeitados no período investigado, não há registros nas atas de reuniões com relação a impedimentos à participação de algum segmento representado no CRH/RO. Pelo contrário, foi potencializada a autorreflexão dos conflitos vivenciados durante as reuniões.

E com relação ao princípio da igualdade, os membros do CRH/RO tiveram, sem distinção, espaço aberto para suas manifestações nas discussões, não há registros de reivindicações quanto a esse princípio. Além disso, o convencimento progressivo em conformidade ao melhor argumento dos membros do conselho durante as reuniões foi priorizado, o que permitiu aferir que as deliberações do CRH/RO foram produtivas no período analisado, apesar de que o órgão gestor não conseguiu implementar todas as decisões por falta de estruturação institucional.

É fato que o CRH/RO possui grande potencialidade na eficácia da gestão de recursos hídricos, no entanto, a estruturação do colegiado, bem como do órgão gestor deverá ser prioridade nos próximos biênios. Além de que é de suma importância que as ações empreendidas sejam institucionalizadas para manter as conquistas e evitar retrocessos na política participativa das águas em razão de descontinuidades de políticas de governo.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Agradecemos, também, ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE N°. 2717/2015, e à Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia – SEDAM, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013*. Brasília: ANA, 432 p.: 2013.

ALMEIDA, Débora e CUNHA, Eleonora. *O potencial dos conselhos de políticas na alteração da relação entre estado e sociedade no Brasil*. Rio de Janeiro, 2009.

ANDRADE, Adriana; ROSSETI José Pascoal. *Governança corporativa: fundamentos, desenvolvimento e tendências*. São Paulo: Ed. Atlas, 2006.

ARAÚJO, Daniel Cláudio. *Análise de conflitos institucionais na gestão dos recursos hídricos do estado da Paraíba*. Campina Grande, 151 f. 2011.

BRASIL. Constituição Federal da República de 1988, *Diário Oficial da União*, Brasília, 5 de out. de 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivel_03/constitui%C3%A7ao.htm. Acesso em: 18 fev. 2016.

BRASIL. Lei n.º 9.433. *Diário Oficial da União*, Brasília, 8 de jan. de 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 27 de fev. de 2016.

CAMARGOS, Luiza de Marillac Moreira. *Governança de recursos hídricos: um estudo das percepções dos stakeholders sobre a gestão das águas no Estado de Minas Gerais*. 127f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Empresarias. Mestrado em Administração – FUMEC – FACE. Belo Horizonte,

2008.

CEZARE, Juliana Pelegrini. *Conselhos Municipais e Governança: Uma Análise do Conselho de Representantes de Paranapiacaba e Parque Andreense do Município de Santo André – SP*. 2009. 151 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

CORTÊS, Soraya Maria. Vargas. *Arcabouço histórico-institucional e a conformação de conselhos municipais de políticas públicas*. Educar, Curitiba, n. 25, p. 143-174, UFPR, 2005.

DOLABELA, Helena. *A aprendizagem coletiva no conselho de política urbana e no conselho de política habitacional da cidade de Belo Horizonte*, v. 2, n. 1, jan/abril 2008, p. 129-148.

FACHIN, Odília. *Fundamentos de metodologia*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

GUEDES, Tiago Almeida. *O papel deliberativo dos Conselhos Gestores de políticas públicas: Análise do Conselho Municipal de Saúde de Lauro de Freitas no desenvolvimento da democracia participativa local*. 2008. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação da Escola de Administração, Universidade Federal da Bahia. Bahia, 2008.

JACOBI, Pedro Roberto (2006). *Construção de Consensos Gradativos e Aprendizagem Social como Estratégias Institucionais de Aprendizado em Bacias Hidrográficas*. III Encontro da ANPPAS. *Anais..* Brasília-DF. 2006.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. *Governança dos Recursos Hídricos no Brasil*, OECD Publishing, Paris. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1787/9789264238169-pt>>. Acesso em: 05 nov. 2015.

PASSOS, Priscila Nogueira Calmon. A Conferência de Estocolmo como ponto de partida para a proteção internacional do meio ambiente. *Revista Direitos Fundamentais e Democracia*. Curitiba:Unibrasil. v. 6, n. 6. jul/dez. 2009. Disponível em: <revistaeletronicardfd.unibrasil.com.br> Acesso em: 15 ago 2016.

PONTUAL, Pedro. *Desafios à construção da Democracia Participativa no Brasil: a prática dos conselhos de gestão das políticas públicas*. n. 14, v. 12. Coleção Cadernos da CIDADE. Centro de Assessoria e Estudos Urbanos. Editoração Eletrônica: Cidade, 2008.

Rondônia. Governo Estadual. Decreto nº 10.114, de 20 de setembro de 2002. Diário Oficial do Estado, Porto Velho, set.2002.

Rondônia. Lei Complementar nº 255 de 25 de janeiro de 2002. Diário Oficial do Estado, Porto Velho, jan 2002.

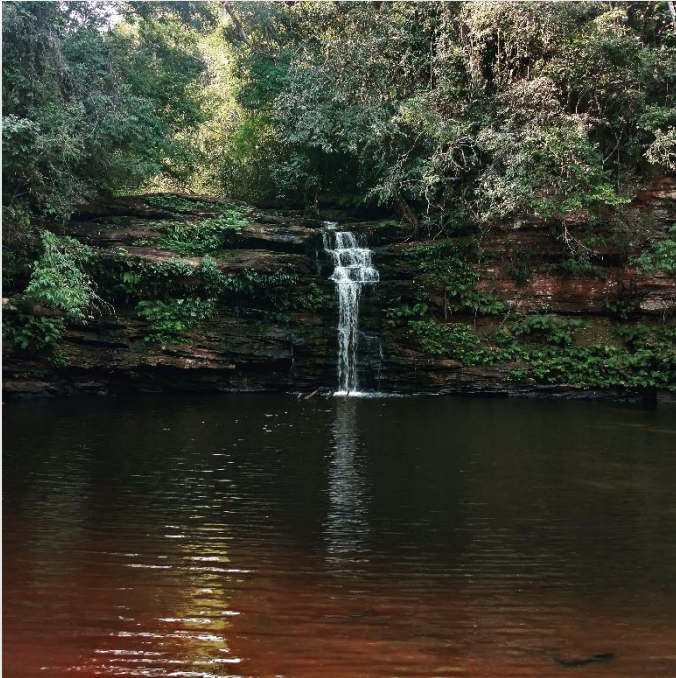
Carvalho, Márcia Eliane Silva; Moreira, Odirley Batista Andrade. (2017). *Reflexões sobre a Participação Social na Gestão Hídrica no Brasil*. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/44957> Acesso em: 30 abril, 2019.

THOMPSON, Dennis. Frank. Deliberative democratic theory and empirical political science. *Annual Review of Political Science*, n. 11, p. 497-520, 2008.

VILELA, Maria Diogenilda de Almeida. *Legislação que disciplina os conselhos de políticas públicas*. Consultoria Legislativa da área I. Câmara dos deputados, Brasília – DF 2005. Porto Alegre/RS, 2005. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/documentosepesquisa/publicacoes/estnottec/tema6/2005_740.pdf>. Acesso em: 20 maio 2016.

Parte II

CONFLITOS POR RECURSOS NATURAIS, RELAÇÃO SOCIEDADE E NATUREZA: PROBLEMAS AMBIENTAIS NO CAMPO E NA CIDADE



HIDRELÉTRICAS E AGRONEGÓCIO NA BACIA DO RIO TELES PIRES: CONTRADIÇÕES E CONFLITOS NO USO DA ÁGUA¹

Daniela Maimoni de FIGUEIREDO

Introdução

O Estado de Mato Grosso tem uma das maiores áreas de expansão do agronegócio no mundo e é atualmente o maior produtor nacional de soja, gado, girassol, algodão e milho (IMEA, 2016). O agronegócio neste Estado está particularmente concentrado na Bacia do Rio Teles Pires (BHTP), tributária da Região Hidrográfica Amazônica, onde desde 1970 vastas áreas de vegetação da floresta e do cerrado foram convertidas em lugares dominados por fazendas para a produção agropecuária. Esta ocupação é relativamente nova em termos político-econômico e socioecológico e em termos de sua intersecção com os poderosos mercados globais e com o desenvolvimento regional (IORIS, 2018). O agronegócio na BHTP está decisivamente associado com a atividade de companhias multinacionais e com os incentivos políticos e econômicos do governo brasileiro, que proporcionaram, entre outros fatores, em um recente aumento de quase 90% das outorgas de uso da água para irrigação, entre 2014 e 2017 (ROSTIROLLA, 2018).

Além deste uso da água, a partir de 2007, o governo brasileiro tem incentivado a construção de hidrelétricas na BHTP,

por meio do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e com base nos estudos de potencial hidroenergético desenvolvidos pelo próprio governo (MME, 2015) Atualmente, seis grandes usinas estão em operação na bacia (Fig. 1), sendo três controladas por empresas multinacionais e três por estatais brasileiras, com tendência de privatização nos próximos anos, além de sete pequenas centrais hidrelétricas (que geram menos de 30 MW cada), que estão em operação em tributários do Rio Teles Pires. Esta expansão do uso da água para a geração de energia indica uma retomada da implantação de usinas hidrelétricas na região Amazônica, com um incremento em número e em potência total instalada em relação aos períodos anteriores (MORETTO et al., 2012). Porém, considerando o histórico legado negativo ao ambiente tributado às hidrelétricas nesta região (GALLARDO et al., 2017), a Amazônia e suas sensibilidades socioambientais permanecem vulneráveis à grandes empreendimentos hidrelétricos (MORETTO et al., 2012). Cabe destacar que a ênfase na geração de energia hidroelétrica (renovável) se justifica diretamente pela racionalidade da modernização ecológica, ou seja, promover ajustes pontuais em práticas de produção e consumo, com alguma sensibilidade ambiental residual, mas sem questionar as bases político-econômicas e as responsabilidades primárias pela degradação ambiental e hidrológica crescentes.

A recente expansão nos usos da água na BHTP, para atender as demandas globais dos sistemas de *commodities* agrícolas e de energia, reforçam a importância da gestão dos recursos hídricos, que no Brasil é regida pela Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433 de 1997; BRASIL, 1997), complementada e adaptada pela Política Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso (Lei nº 6.945 de 1997; MATO GROSSO, 1997).

Desde a aprovação dessa lei federal, houve um progresso tangível na gestão dos recursos hídricos do país (VEIGA & MAGRINI, 2013). No entanto, existem assimetrias, lacunas e desafios a serem superados, a exemplo de sua implementação mais avançada nas regiões mais desenvolvidas e naquelas que enfrentam maiores problemas relacionados à qualidade e/ou quantidade da água (Sudeste, Sul e Nordeste, conforme VEIGA & MAGRINI, 2013), o que não é o caso da Região Hidrográfica Amazônica (RH-Amazônica).

Essa assimetria regional é amplamente justificada pelas principais partes interessadas da água com base na ideologia do desenvolvimento econômico, na falta de recursos financeiros e na percepção pública de uma suposta boa disponibilidade de água, particularmente na RH-Amazônica, tendo em vista que o rio Amazonas é “o maior em volume de água do mundo e flui por essa região, que possui baixa densidade demográfica e um dos mais altos índices de chuva do planeta (FREITAS & FREITAS, 2018). Esta idéia de elevada disponibilidade de água prevaleceu por décadas em todo o Brasil, onde a água foi tratada erroneamente como um recurso natural abundante e inesgotável, uma visão que por muitos anos ocultou o verdadeiro valor sanitário, cultural, social, econômico e geopolítico da água, que desde então se tornou claro e se tornará ainda mais pronunciado durante o século XXI (BORDALO, 2017).

A percepção pública de abundância de água é particularmente evidente em Mato Grosso, onde cerca de 65,7% de sua área total está inserida na RH-Amazônica (SEMA, 2009). Esta percepção tem sido parte da identidade histórica e atual do Estado, mas é um conceito contestado por diferentes atores políticos (SCHULZ & IORIS, 2017). A abundância da água é

descrita como uma fonte de conflitos entre membros que atuam no setor da água, uma vez que contribui para a negligência do Estado, para as lacunas na governança da água e para a falta de investimentos em infraestrutura da água, favorecendo uma compreensão simplista de que “água não é um problema” numa área com abundância deste recurso (SCHULZ & IORIS, 2017).

Um dos indicadores do atraso na implementação da Lei 9.433 na RH-Amazônica, entre outros, é o número de comitês de bacias hidrográficas instalados: dos 224 instalados no Brasil, apenas nove estão nesta região, dos quais três no estado de Rondônia e três em Mato Grosso, na BHTP (ANA, 2018). No entanto, a rápida expansão da fronteira agrícola para a floresta, e por conseguinte do uso da água pelo agronegócio, e o aumento na construção de hidrelétricas, com conseqüente pressão sobre os recursos hídricos, significa que são necessárias mais e melhores políticas preventivas (VEIGA & MAGRINI, 2013).

A investigação e a análise dos avanços, contradições e lacunas na implementação da Lei 9.433, como contribuição teórica e de melhoria prática da gestão, vem sendo efetuada por vários pesquisadores brasileiros, cujos estudos estão concentrados principalmente nas regiões onde a implementação dessa lei está mais avançada (RIBEIRO & JOHNSON, 2018; VEIGA & MAGRINI, 2013; MESQUITA, 2018; SIEGMUND-SCHULTZE et al., 2015; MARTINS, 2015; CAMPOS & FRACALANZA, 2010, entre outros). No entanto, são escassos os estudos em outras regiões, particularmente nas que apresentam intensa ocupação da terra pelo agronegócio (EMPINOTTI et al., 2018) e elevadas demandas pelo uso da água, como é o caso da BHTP. Este cenário motivou a realização da presente pesquisa, que apresenta uma análise e reflexão crítica como contribuição

teórica e às práticas de gestão da água nessa bacia, especificamente quanto à implementação dos instrumentos de gestão definidos pela Lei nº 9.433, com ênfase nas relações entre os usos da água e da terra e à participação social.

Métodos e Técnicas

A análise da implementação dos instrumentos de gestão na BHTP foi efetuada conforme o estabelecido pela Lei 9.433, que define cinco instrumentos e trabalha para a integração desses instrumentos, visando uma gestão sistêmica dos recursos hídricos (VEIGA E MAGRINI, 2011). Conforme esta lei, esses instrumentos são: 1. Planos de Recursos Hídricos, em nível nacional, estadual e da bacia hidrográfica; 2. Sistema de classificação de massas de água de acordo com seu uso preponderante (enquadramento); 3. Outorga de uso da água; 4. Cobrança pelo uso da água; 5. Sistema de informação de recursos hídricos. Todos estes cinco instrumentos foram avaliados neste estudo, exceto a cobrança pelo uso da água, que não foi implementada no Estado de Mato Grosso, inclusive na BHTP.

Os documentos dos órgãos reguladores de gestão de recursos hídricos (SEMA - Secretaria de Meio Ambiente de Mato Grosso - e ANA - Agência Nacional de Águas) foram analisados usando a codificação NVivo, incluindo o plano de recursos hídricos. Foi realizado um levantamento das outorgas de uso água no banco de dados da SEMA (site oficial) e ANA (obtidos formalmente) entre 2007 e 2017. Vale mencionar que o Rio Teles Pires é um rio federal, pois em sua porção baixa, que representa menos de 10% da área total da bacia, faz divisa com o Estado do

Pará e Mato Grosso, ou seja, a sua gestão é de responsabilidade do órgão federal (ANA). Os afluentes são rios estaduais sob responsabilidade da SEMA. Com isso, foram consideradas apenas as outorgas de uso da água concedidas pela ANA e pela SEMA, ou seja, não estão inclusas possíveis outorgas em afluentes localizados no Estado do Pará, que provavelmente tem baixa demanda.

Foi ainda efetuado o levantamento de dados secundários disponíveis para a bacia e realizadas entrevistas semiestruturadas com 17 membros (cerca de 23% do total) dos três comitês de bacia hidrográfica instalados na BHTP (Figura 1), entre representantes do órgão gestor estadual (SEMA), de usuários da água (irrigantes, produtores de energia, piscicultores), da sociedade civil (ONG) e de universidades públicas. As entrevistas abordaram os seguintes temas visando complementar este estudo: conhecimento dos entrevistados sobre a bacia, usuários de água e conflitos; conflitos hídricos abordados pelos comitês; relações de comitê com os órgãos gestores; falhas na gestão de recursos hídricos e implantação dos instrumentos do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica.

Área de estudo

A Agência Nacional de Águas dividiu o Brasil em 12 grandes regiões hidrográficas (ANA, 2019), sendo que três estão localizadas em Mato Grosso, entre elas a Região Hidrográfica Amazônica, com 592.382 km² que ocupa 65,7% do território do Estado (SEMA, 2009; Figura 1). Os principais afluentes da margem direita do Rio Amazonas têm suas nascentes localizadas

nesse Estado, como é o caso do Rio Tapajós, que é formado pela confluência dos rios Juruena e Teles Pires (Figura 1). A Bacia do Rio Teles Pires (BHTP) engloba total ou parcialmente 35 municípios, sendo 33 localizados em Mato Grosso e dois no Estado do Pará, possuindo aproximadamente 141.483 km² de área de drenagem e 3.647 km de perímetro (EPE, 2008).

A BHTP está inserida na zona de transição entre os biomas amazônico e do cerrado (Figura 1), com uso do solo predominantemente agrícola. O clima predominante é do tipo Equatorial Continental Úmido, com temperatura média anual variando de 24,1 a 25,0° C e pluviosidade de 2.000 a 2.200 mm, com duas épocas do ano bem definidas, chuva de novembro a março e estiagem de maio a setembro (TARIFA, 2011).

Os três comitês instalados na BHTP são estaduais, pois incluem apenas os afluentes que nascem e tem sua foz no Teles Pires dentro do território de Mato Grosso, representando cerca de 80% de sua área de drenagem e englobando aproximadamente 550.000 habitantes, quais sejam: i) CBH Alto Teles Pires, onde a área de drenagem é composta pelo rio Teles Pires tributários da margem direita do rio principal; ii) CBH Médio Teles Pires e iii) CBH Baixo Teles Pires, que é o mais antigo, criado em 2012 por incentivo da SEMA, assim como os demais, cuja área de drenagem é composta por tributários da margem esquerda do Rio Teles Pires (Figura 1).

Breve histórico da ocupação da bacia

O primeiro programa oficial promovido pelo governo federal para colonizar e ocupar a região amazônica, particularmente Mato Grosso, foi chamado de *Marcha para o Oeste*, a partir da década de 1930, que aumentou gradualmente as disputas e discrepâncias de terras, entre valor de uso da terra e valor de mercado (SILVA & SATO, 2012). Essa ocupação gradual continuou durante as décadas de 1950 e 1960, juntamente com a expansão da construção de estradas na região amazônica (SILVA & SATO, 2012). No entanto, foi apenas nas décadas de 1970 que ocorreu uma grande fase de mudança espacial neste Estado, bastante evidente na BHTP, com a migração familiar das regiões Sul e Sudeste do país e com o apoio decisivo do governo. Como resultado, a região sofreu forte intensificação dos processos migratórios, o que induziu o crescimento populacional e, portanto, ao uso desordenado dos seus recursos naturais (UMETSU, 2009). Isso reforçou a ideia de que a terra era um “espaço vazio” que deveria ser ocupado, mas na verdade, essa terra nunca foi vazia, só foi referida como tal porque as populações locais de povos indígenas e pequenos agricultores, bem como ecossistemas locais, não eram considerados (SILVA & SATO, 2012). Assim, essa ocupação significou que vastas extensões de floresta tropical e vegetação de savana foram convertidas em locais dominados pela agricultura e que mais de 20 novos municípios da bacia do rio Teles Pires foram criados nos últimos 40 anos. As mudanças de local foram diretamente afetadas pela formulação centralizada de políticas, centrada na transformação rápida e simultânea de áreas urbanas e rurais, particularmente em esquemas de colonização privada (IORIS, 2017). Essa fase, que Ioris (2017) chama de *Deslocamento* (*Displacement*), não foi um processo puramente social, mas

envolveu a transferência de terras para as mãos de novos agricultores de outras regiões brasileiras - às custas dos meios de subsistência de posseiros e grupos indígenas - e a conversão de savanas e florestas em pastagens e terras de cultivo.

Entre 1990 e 2000, esse autor identificou uma nova fase no TPRB, denominada *Substituição (Replacement)* caracterizada pela concentração de terras e pela proletarização das fazendas, juntamente com o início da tecnificação agrícola, mas ainda com infraestrutura precária e baixos níveis de apoio governamental e inserção nos mercados regionais e globais.

A próxima fase, até o presente, foi caracterizada pela inserção do agronegócio nos mercados regionais e globais, com apoio estratégico do governo e a influência de empresas nacionais e internacionais, juntamente com as desigualdades e os crescentes impactos socioambientais, chamada de fase *Misplacement* por Ioris (2017; o termo original em inglês foi mantido para esta fase).

O conceito de agronegócio foi originalmente introduzido na década de 1950 com a introdução da agricultura fordista nos EUA e está cada vez mais associado à indústria globalizada e à neoliberalização econômica, caracterizada por contradições, falhas e limitações nas escalas local, nacional e global, apesar de seus resultados em termos de áreas adicionais cultivadas, intensificação da produção e integração complexa do mercado (IORIS, 2016a). Este modelo de ocupação e seus resultados em termos de conflitos socioambientais também foram observados em outras regiões brasileiras, ancorado na ideologia ufanista do agronegócio, que levou à inserção do país, principalmente de Mato Grosso, a ser protagonista global no cenário geopolítico (SILVA & SATO, 2012) em termos de produção e exportação de

commodities agrícolas. Dos dez produtos mais exportados pelo Brasil, sete são de origem agrícola, com a soja em primeiro lugar (BOMBARDI, 2017), uma vez que cerca de 10% da produção mundial de soja é proveniente do estado de Mato Grosso (IORIS, 2016a), particularmente da BHTP.

Resultados e Discussão

Implementação dos instrumentos de gestão

A Lei 9.433 definiu cinco instrumentos de gestão das águas no Brasil, entre estes o Plano de Recursos Hídricos, que deve ser elaborado em âmbito nacional, estadual e das bacias hidrográficas. Em 2009 foi publicado o Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso (SEMA, 2009), que dividiu as três regiões hidrográficas de Mato Grosso em 27 Unidades de Planejamento e Gestão, sendo que três dessas unidades estão na Bacia do Teles Pires (Alto, Médio e Baixo).

Além do Plano Estadual de Recursos Hídricos, a legislação prevê ainda a elaboração do Plano de Bacia Hidrográfica, inexistente para a BHTP, mesmo considerando que a “primeira coisa que você tem que ter para a fazer a gestão é o Plano de Bacia”, como reconheceu um técnico do órgão ambiental de Mato Grosso ao ser entrevistado. Com isso, para a área de abrangência da BHTP aplicam-se os Planos Estadual e Nacional de Recursos Hídricos. Dentre os 19 programas, subdivididos em 40 projetos, que compõe o Plano Estadual, a maioria foi executada parcialmente, sendo os programas de monitoramento da qualidade da água, regulamentação e

implementação do sistema de outorga de uso da água e fomento à criação de comitês os que mais avançaram desde sua publicação (MARCHETTO et al., 2018).

O programa de monitoramento da qualidade da água é efetuado pela SEMA, com periodicidade trimestral ou semestral desde 2007, em nove pontos de coleta no Rio Teles Pires e três nos principais afluentes (SEMA, 2018). Os resultados deste monitoramento são disponibilizados *on-line* e alimentam o sistema nacional de informações (HidroWeb), permitindo uma visão geral sobre os principais rios da bacia. Por outro lado, não há um detalhamento na escala para avaliação dos tributários menores, onde as alterações da qualidade da água devido ao manejo inadequado da terra nas atividades agrícolas têm sido detectadas (PRADO, 2018; FERREIRA et al., 2014) e onde são raros os estudos. Apesar de seu importante papel na bacia hidrográfica, a maioria dos córregos menores não é monitorada quanto à qualidade da água, representando uma lacuna na avaliação integrada das bacias hidrográficas, a exemplo do que vem ocorrendo na BHTP.

As informações sobre a qualidade da água superficial na BHTP são importantes para a gestão dos recursos hídricos, inclusive para embasar o enquadramento dos rios em classe de qualidade para atender aos usos da água requeridos (BRASIL, 2005), que é um dos instrumentos de gestão definidos na Lei 9.433. No entanto, nenhum rio da BHTP foi formalmente enquadrado até o momento, o que significa que todos os rios dessa bacia pertencem à classe 2 (BRASIL, 2005) e devem ter qualidade da água compatível para atender aos usos desta classe, que requerem uma boa qualidade, pois inclui abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional e recreação de

contato primário. Isto pressupõe que nenhuma atividade antrópica na bacia pode alterar esses padrões de qualidade, o que na prática não vem sendo observado na BHTP, principalmente nos tributários menores (PRADO, 2018; FERREIRA et al., 2014). Estes estudos indicaram alterações na concentração de fósforo e na presença de bactérias coliformes (*Escherichia coli*) acima do limite máximo da legislação devido às atividades agropecuárias na área de drenagem.

Outorgas de uso da água

A outorga de uso de água é o instrumento de gestão mais avançado no Brasil, estando implementado em 24 dos 27 Estados, incluindo Mato Grosso, sendo que 88% dos órgãos gestores estaduais estão envolvidas em sua operacionalização (RIBEIRO & HORA, 2019). A implementação em Mato Grosso começou em 2007, portanto, não há registro formal de uso de água antes disso, principalmente no BHTP. Sabe-se empiricamente que os principais usos da água antes de 2007 eram irrigação em baixa escala, abastecimento animal (dessedentação) e uso doméstico de água (abastecimento rural e urbano), principalmente após 1970, quando começou a intensa ocupação da bacia.

Entre 2007 e 2017 foram concedidas cerca de 670 outorgas de uso da água (nº total de processos) na BHTP, sendo 540 concedidas pela SEMA para uso da água dos rios do Estado (tributários de Teles Pires) e águas subterrâneas e 130 outorgas concedidas pela ANA para uso da água do Rio Teles Pires (Tabela 1). Como cada processo de outorga concede entre um a

três usos diferentes de água para um mesmo usuário, o número total de usos da água é maior do que o total de processos de outorga. O principal uso da água na BHTP é a irrigação (36,0%), concedida para áreas acima de 30 hectares, seguida pelo abastecimento humano (24,5%), que se refere principalmente ao abastecimento rural e é diferente do abastecimento público urbano (4,0%, em conjunto com diluição do esgoto doméstico). Este abastecimento público é efetuado por empresas de saneamento privadas (50%) ou públicas (50%) dos municípios da bacia. A dessedentação animal (11,7%) refere-se principalmente ao uso da água na avicultura e suinocultura e ao uso industrial, que ocorre principalmente em frigoríficos das multinacionais do agronegócio localizados na bacia, como a BR Foods em Lucas do Rio Verde e a JBS no município de Colíder, que utilizam a água nos processos industriais ou para a diluição de efluentes (8,4%). Outras permissões de uso não especificado da água (9,0%) são concedidas para usinas hidrelétricas (outros usos que não geração de energia), construção hidráulica, pulverização e diluição de pesticidas e usos na mineração (Tabela 1).

Apesar do baixo número de processos de outorga para geração de energia hidrelétrica (1,7%), este uso requer um elevado volume de água para abastecer os reservatórios, embora este volume nem sempre esteja especificado nos processos de outorga. Atualmente, as seis grandes hidrelétricas instaladas na BHTP (quatro localizadas no rio Teles Pires), geram cerca de 3.650 MW e inundaram uma área de cerca de 800 km² para a formação dos reservatórios (Fig. 1).

A captação de água subterrânea na BHTP é efetuada principalmente no Aquífero Parecis, onde a disponibilidade de água é pouco conhecida e onde há tendência de aumento para uso

na irrigação, conforme mencionado na entrevista por um técnico do órgão gestor. As captações superficiais, onde os usos são mais diversificados, são concentradas nos afluentes do Teles Pires, onde existem poucos dados sobre séries históricas de vazão, como ressaltou este técnico do órgão gestor: “você não tem como tomar decisão, porque não se sabe qual é a vazão”. Em alguns rios menores a quantidade disponível para uso já foi totalmente outorgada, mas cerca de 40% dos pedidos de outorga são para reserva de água, ou seja, não estão sendo usadas.

Figura 1. Mapa do Estado de Mato Grosso com seus biomas e regiões hidrográficas, com destaque à Bacia do Rio Teles Pires, com a localização de suas hidrelétricas e das principais sedes municipais.

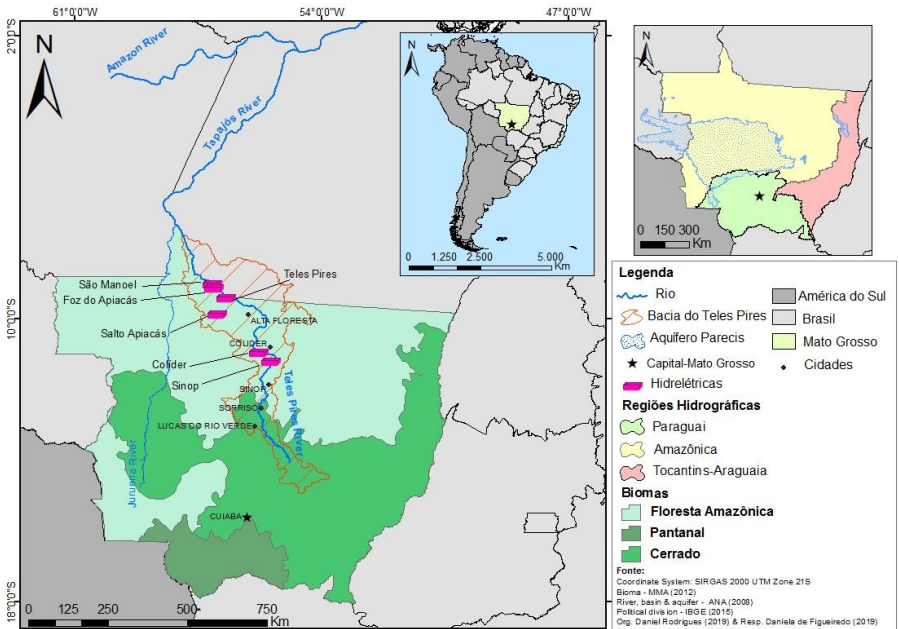


Tabela 1. Principais usos da água e seus percentuais outorgados na Bacia do Rio Teles Pires em Mato Grosso, para cada tipo de corpo d'água, entre 2007 e 2017.

Usos da água	Nº total de usos da água	Usos da água (%)	Tipo de corpo d'água		
			Afluente	Água subterrânea	Rio Teles Pires
Irrigação	237	36,0	214	7	16
Abastecimento e diluição de efluentes de agroindústrias	55	8,4	15	31	9
Abastecimento e diluição de efluentes de piscicultura	31	4,7	24	0	7
Dessedentação animal	77	11,7	1	72	4
Geração de energia elétrica	11	1,7	9	0	2
Abastecimento público e diluição de esgoto doméstico (urbano)	26	4,0	6	13	1
Consumo humano (rural)	164	24,5	2	147	15
Outros	59	9,0			

Usos da água no agronegócio

O setor do agronegócio responde pela apropriação da água na piscicultura, agroindústria e dessedentação de animal, ou seja, cerca de 60,8% dos usos da água outorgados na BHTP são para este setor (Tabela 1). A expansão das demandas por água na última década nesta bacia, principalmente para irrigação, acompanha a tendência no Brasil. O principal uso de água no país, em termos de quantidade utilizada é a irrigação, sendo que das outorgas vigentes em julho de 2017, 65,8% destinam-se à irrigação, com Mato Grosso ocupando o terceiro lugar no país quanto ao volume de vazão outorgada (ANA, 2018), a grande maioria para irrigação. Somente no município de Sorriso, localizado na porção alta da BHTP, mais de 600 mil hectares de

terra estão sendo irrigados, conforme relatou um representante do setor de irrigação, membro CBH-Alto Teles Pires.

As outorgas para irrigação na BHTP vieram acompanhadas do discurso de melhoria da produtividade agrícola, com vistas a uma terceira safra no ano na época de estiagem, quando as chuvas são escassas, visando assim reduzir a pressão sobre a floresta Amazônica e aumentar a produção. No entanto, entre agosto de 2017 e julho de 2018, o desmatamento da floresta Amazônica foi de 13,7%, a maior taxa registrada nos últimos 10 anos, sendo que as maiores áreas desmatadas estão nos estados do Pará e Mato Grosso (WWF, 2018), incluindo a BHTP, com tendência de aumento em 2019.

Na BHTP é relativamente baixo o registro de conflitos relatados ao agronegócio, particularmente à irrigação, mas os conflitos existentes, reportados por alguns membros do CBH-Alto Teles Pires tem sido causa de indeferimento de alguns pedidos de outorga. Os conflitos citados são: i) demanda por irrigação *versus* geração de energia elétrica; ii) demanda por irrigação *versus* demanda por irrigação já outorgada no mesmo corpo d'água, mas não usada (reserva de água).

Diluição de esgoto doméstico e industrial e de resíduos da agropecuária

A diluição de esgoto de origem pontual (doméstico e industrial) representa cerca de 9% do total de outorgas na BHTP (ROSTIROLLA, 2018). A poluição de córregos urbanos provém do lançamento pontual de esgoto doméstico, como confirmado

por vários membros dos comitês que foram entrevistados e corroborado por Ferreira et al. (2014). Na maior parte dos municípios das porções alta e média da BHTP, o esgotamento sanitário é realizado nas residências por fossa séptica, não ligada a rede coletora de esgoto, que ainda é escassa, a exemplo de Lucas do Rio Verde, onde essa forma de esgotamento ocorre em 67,8% das residências (CARMO et al., 2018). Porém, são raros os estudos que avaliem os impactos deste uso da água nas áreas urbanas da BHTP, assim como são escassos os estudos sobre os efeitos do uso da água na diluição de efluentes industriais e de criação animal. A produção de efluentes industriais e de criação animal é particularmente concentrada na porção alta da bacia, onde está em funcionamento no município de Lucas do Rio Verde, desde 2006, a maior planta industrial da ABRF SA (BR Foods) da América do Sul, uma das maiores companhias de alimento do mundo, que gera no local quase 4.500 empregos diretos, resultando num aumento populacional desse município, entre 2000 e 2010, de 19.316 habitantes para 45.556 habitantes, conforme dados do IBGE. Os efluentes líquidos dessa indústria são tratados e lançados no Rio Verde, conforme o levantamento das outorgas, afluente direto do Rio Teles Pires.

Os inúmeros criadores de aves e suínos que fornecem matrizes para essa empresa e outras na BHTP, usam água para dessedentação animal e diluição de efluentes. Os resíduos da criação desses animais geralmente são lançados em córregos, conforme outorgas expedidas, e/ou tratados em biodigestores.

Dentre os membros do CBH-Alto Teles Pires, onde se localiza a planta da BR Foods, nenhum citou diretamente essa grande indústria, sendo que apenas um fez menção aos conflitos entre efluentes industriais e outros usos da água.

Neste mesmo período de expansão industrial em Lucas do Rio Verde, o consumo de agrotóxico utilizado por área plantada neste município passou de 10,5 litros por hectare para 12 litros por hectare, devido à expansão da soja transgênica e pela isenção de impostos sobre os agrotóxicos (CARMO et al., 2018). No ano de 2010, cada habitante de Lucas do Rio Verde estava potencialmente exposto a 136 litros de agrotóxicos através da exposição ambiental, ocupacional e alimentar, enquanto no Brasil a exposição média de cada habitante era de 4,5 litros (ABRASCO, 2015). Há fortes indícios de que esteja ocorrendo contaminação da água por agrotóxicos neste município, uma vez que a pulverização por avião e por trator é realizada a menos de dez metros de fontes de água potável, córregos, residências e criadouros de animais e a maior parte dos poços de água e de amostras de chuva em Lucas do Rio Verde tinha presença de resíduos de agrotóxico (ABRASCO, 2015), onde também foram detectados resíduos de agrotóxicos no leite materno (PALMA et al., 2014; PIGNATI; MACHADO, 2011).

Entre 2012 e 2014, foi usado em média 191.439 toneladas por ano de agrotóxicos em Mato Grosso, sendo que dos 23 municípios que mais utilizam agrotóxicos, 12 estão na área da BHTP (BOMBARDI, 2017). Essa tendência é nacional, uma vez que no Brasil o mercado desses produtos cresceu aproximadamente 176% na última década, sendo quatro vezes maior que a média mundial. Do total de agrotóxicos aplicados no país, 52% é usado para a produção de soja (BOMBARDI, 2017).

Os raros estudos sobre os efeitos negativos do uso de agrotóxicos na BHTP revelaram a vulnerabilidade dos sistemas de água e das pessoas e chama a atenção para o risco de contaminação por pesticidas em córregos e rios nesta bacia,

provenientes do escoamento e aporte difuso das terras com uso agropecuário, especialmente entre a população mais vulnerável, como povos indígenas que vivem na parte baixa da bacia. O uso abusivo de agrotóxicos é um dos conflitos ambientais identificado na BHTP que tem relação com a água, que envolve de um lado, indígenas e pequenos fazendeiros e de outro lado os grandes produtores rurais (SILVA & SATO, 2012). Entre 2007 e 2014, foram registrados 513 casos de intoxicação de pessoas por agrotóxicos agrícolas em Mato Grosso, quinto maior registro entre os Estados brasileiros (BOMBARDI, 2017). A aplicação contínua destes compostos químicos é indispensável ao modelo de monocultura anual de grãos, predominante na BHTP, que é pautado na dependência de insumos providos de companhias multinacionais e do pouco compromisso efetivo com seus efeitos ambientais. Os riscos a que os ecossistemas e os grupos sociais estão expostos são nutridos fortemente pelas forças controladoras, impulsionados pelas necessidades e direcionamentos pelo governo e mercados nacionais e internacionais, propulsoras de conflitos socioambientais (SILVA & SATO, 2012). O que efetivamente está em jogo no conflito socioambiental, portanto, é a possibilidade ou impossibilidade de compatibilizar economia e ambiente, interesses público, coletivo, difuso e privado, no atual contexto de produção e reprodução social (ROSSI & SANTOS, 2018), no qual a produção agrícola por meio do modelo de agronegócio adotado no Brasil tem sido reprodutor e gerador de conflitos cada vez mais graves e frequentes.

Esse modelo implica ainda em um precário controle ambiental na aplicação dos agrotóxicos, uma vez os órgãos ambientais efetuam apenas o licenciamento do transporte, estocagem e dos locais de descontaminação destes produtos pelos

empreendimentos comerciais e usuários, sendo que as licenças para compra e venda são expedidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Constatou-se, portanto, uma nítida falha no controle do uso desses produtos, o que impede um controle ambiental efetivo e o reconhecimento de suas perversas consequências à saúde humana e aos ecossistemas aquáticos e terrestres, mesmo Mato Grosso sendo o Estado que mais aplica agrotóxicos no Brasil (BOMBARDI, 2017).

Quanto à percepção dos membros comitês entrevistados sobre o uso de agrotóxicos na BHTP, apenas dois mencionaram seus efeitos negativos sobre os ambientes aquáticos (um técnico do órgão ambiental e um membro da sociedade civil), ambos membros do comitê do Baixo Teles Pires, onde o uso de agrotóxicos é menor do que na porção alta da bacia. Por outro lado, oito dos 17 entrevistados consideram que a agropecuária é um setor ligado aos conflitos na BHTP. A reduzida percepção das consequências do uso de agrotóxicos na bacia, os escassos estudos existentes e o precário controle de seu uso revelam uma lacuna importante na percepção dos conflitos e da realidade hídrica da bacia, que pode favorecer a negligência em enfrentar essa questão na região. Observou-se que a maioria dos entrevistados considera que é inevitável a hegemonia do agronegócio na BHTP e os impactos decorrentes, pois “não há desenvolvimento se não houver impacto”, como mencionou um deles.

Essa percepção pode ser reforçada com o trabalho efetuado por Carmo et al. (2018), em entrevista com moradores de Lucas do Rio Verde, que registraram que *Meio Ambiente* não foi uma categoria citada enquanto problema municipal. O fato da população entrevistada não expressar opinião sobre questões

ambientais que poderiam ser melhoradas ou que possam se tornar um risco aos moradores, especificamente quanto aos agrotóxicos, denota o caráter silencioso dessas questões que, quando se tornam visíveis, o impacto negativo já dificilmente consegue ser revertido (CAMARGO; CRAICE & FURTADO, 2016) ou devidamente discutidos e solucionados nos comitês de bacias, no que se refere aos potenciais conflitos relacionados aos usos da água. Por outro lado, Carmo e Camargo (2017), mostram a percepção sobre a questão ambiental através das mídias sociais (Facebook e Twitter), sobretudo entre jovens e adolescentes, que têm uma visão crítica dos problemas ambientais no município de Lucas do Rio Verde, com destaque para a percepção da ampla utilização de agrotóxicos nas lavouras de soja e milho e a relação negativa que isso pode acarretar para a saúde humana.

A questão dos agrotóxicos, sua relação com o agronegócio e os conflitos e impactos gerados são aspectos ambientais importantes da BHTP. Além das outorgas formais, o uso da água para a diluição difusa desses compostos é negligenciada e não está inserida como parte da gestão dos recursos hídricos, violando algumas diretrizes gerais da Lei 9.433, como a articulação da gestão dos recursos hídricos com a gestão ambiental e dos usos da água com os usos do solo.

Hidrelétricas

A bacia do Rio Tapajós, da qual a BHTP é parte, é a mais recente e mais ativa área de “fronteira hidrelétrica” do Brasil (FEARNSIDE, 2015a), sustentados por incentivos públicos e aparato legal. No entanto, o processo de tomada de decisão no

Brasil e o sistema jurídico em torno da construção de barragens do país são contrários ao meio ambiente e os habitantes tradicionais da Amazônia (FEARNSIDE, 2015b). A recente instalação de grandes hidrelétricas na BHTP (Tabela 1), juntamente com os usos da água no agronegócio, indicam que esta bacia não é apenas uma fronteira agrícola, mas também a “fronteira do uso da água” na região amazônica, permitindo a proposição de ampliação do conceito de “fronteira hidrelétrica” sugerido por Fearnside (2015a) para a bacia do Rio Tapajós.

Inúmeros conflitos entre o setor elétrico e as comunidades indígenas e de pequenos agricultores foram registrados na BHTP, além de impactos ambientais, especialmente à ictiofauna, a qual é sustento de várias famílias de pescadores na bacia, incluindo os indígenas que tem na pesca a principal fonte de proteínas.

Os conflitos gerados pela instalação dessas hidrelétricas resultaram na criação do Fórum Teles Pires, uma rede coletiva que atua desde 2010 na defesa dos direitos dos atingidos e ameaçados por hidrelétricas e outros grandes empreendimentos no rio Teles Pires (FÓRUM TELES PIRES, 2017). Este fórum agrega várias entidades civis, incluindo universidades, e atua com ênfase na defesa dos povos indígenas localizados na porção baixa da bacia que foram afetados pelas UHEs Teles Pires e São Manoel. O licenciamento ambiental destas usinas apresenta várias falhas, como a condução atropelada do processo, o que dificultou discussões mais aprofundadas e a participação social, além de problemas com o dimensionamento dos impactos socioambientais (FÓRUM TELES PIRES, 2017), na delimitação das áreas de influência e de falhas na abordagem integrada e sistêmica na bacia hidrográfica (ROSTIROLLA, 2018). A instalação dessas hidrelétricas tem provocado significativos

impactos sobre a qualidade de água e sobre o regime sazonal de vazão do rio Teles Pires, que possuem profundas implicações para a fauna aquática e, conseqüentemente, para atividades de pesca praticadas pelos povos indígenas Kayabi, Apiaká e Munduruku (FÓRUM TELES PIRES, 2017).

A alteração no fluxo do Rio Teles Pires com os quatro barramentos afeta a conectividade hidroecológica, essencial para integridade da bacia hidrográfica e para os movimentos migratórios dos peixes, que garantem segurança alimentar às populações que vivem da pesca. Para a construção dos reservatórios foram inundadas várias lagoas marginais, que se conectavam com o Rio Teles Pires, que são ambientes para onde os ovos fertilizados são transportados passivamente rio abaixo, após a desova rio acima, adequados para seu desenvolvimento (NAKATANI et al., 1997; GOMES & AGOSTINHO, 1997). Esta conectividade é considerada no contexto ecológico para se referir a transferência mediada pela água de matéria, energia e/ou organismos dentro ou entre elementos do ciclo hidrológico (PRINGLE, 2003).

As falhas na abordagem sistêmica da bacia hidrográfica e dos efeitos sinérgicos das hidrelétricas localizadas no Rio Teles Pires (GALLARDO et al., 2016) foram constatadas tanto nos Estudos de Impacto Ambiental quanto nos processos de gestão. A delimitação das áreas de influência direta e indireta (ROSTIROLLA, 2018) se restringiram aos efeitos locais dos reservatórios e análise destes estudos foi efetuada de forma fragmentada pelos órgão gestores, uma vez que o licenciamento de duas das hidrelétricas (UHE Sinop e Colíder) foram feitos pela SEMA (órgão estadual) e das outras duas (UHE Teles Pires e São Manoel) pelo Ibama (órgão federal). Estas falhas dificultam a

compreensão sistêmica e a responsabilização dos impactos que ocorrem em toda a bacia hidrográfica e de suas correlações sociais, econômicas e ambientais.

Como parte da solução, foi elaborado um estudo de Avaliação Ambiental Integrada (AAI) na bacia, mas que, no entanto, foi publicado após a instalação de duas das UHEs (EPE, 2008). Este AAI foi avaliado por Gallardo et al. (2017), que constataram que o mesmo não considerou outras ações antrópicas do passado e do futuro na bacia, a não ser as hidrelétricas, e apresentou falhas no encadeamento entre os níveis de planejamento sucessivos – da bacia a hidrelétricas, sendo que menos da metade dos impactos cumulativos da AAI apresenta uma associação explícita ao conjunto de impactos ambientais mencionados nos EIAs e apenas para dois EIAs verificou-se que mais da metade dos impactos ambientais está associada aos cumulativos (GALLARDO *et al.* 2017).

Dentre todos os entrevistados, apenas um membro do CBH-Baixo Teles Pires mencionou a ocorrência de conflitos entre as usinas hidrelétricas e as comunidades indígenas, sendo que o representante do setor hidrelétrico entrevistado disse desconhecer a existência de conflitos na bacia. Havia um representante dos indígenas neste comitê, mas que participava pouco e atualmente não participa mais. Esta ausência pode decorrer de vários fatores, relatados em outros comitês do país, como: custos com as despesas de deslocamento, falhas na interação com o comitê e falta de compreensão dos termos técnicos discutidos, deixando-os alienados do processo de decisão (MESQUITA, 2018). Vale destacar que em nenhum dos três comitês da BHTP foi feita qualquer discussão sobre o processo de licenciamento ambiental ou outorga de uso da água das hidrelétricas.

Essas contradições indicam que o processo de tomada de decisão para o desenvolvimento hidrelétrico foi falho de várias maneiras, com o resultado de que os impactos ambientais e sociais das barragens tiveram muito pouco efeito nas decisões reais de implementação dos projetos, como resultado da influência de empresas construtoras, dos financiadores estrangeiros e fornecedores de equipamentos que contribuíram para dar uma consideração mínima aos impactos ambientais e sociais do projeto (FEARNSIDE, 2001).

Ciclo da água e crises de escassez de água

As intensas mudanças na cobertura florestal resultantes desse modelo de ocupação da terra nessa bacia podem acarretar uma série de consequências na biodiversidade, na emissão de gases causadores do efeito estufa e no clima, sendo que um dos processos naturais severamente afetados por estas mudanças é o ciclo hidrológico, uma vez que a substituição da vegetação original modifica as taxas naturais de evapotranspiração, o que também afeta os padrões locais de precipitação e temperatura (UMETSU, 2009). Aliado a ocupação da terra, o recente e expressivo aumento nos usos da água como parte desse modelo torna-se mais um fator de alteração no ciclo hidrológico que precisa ser compreendido e considerado na BHTP de forma integrada aos usos da terra.

Neste sentido, a gestão das águas na BHTP deve considerar não somente o ciclo natural da água, mas também o fator antrópico como parte deste ciclo e como forma de garantir seu equilíbrio e a própria sustentabilidade econômica da bacia. Nos

afluentes do Teles Pires e em parte da água subterrânea é retirada a maior parte da água para o uso nas atividades do agronegócio. O uso da terra, com desmatamento de grandes áreas para a monocultura de grãos, reduz a infiltração que abastece os mananciais subterrâneos, que por sua vez são fonte de água dos rios e córregos na estiagem, mantendo-os perenes nessa época do ano, mas com reduzida vazão. O Rio Teles Pires tende a reduzir em média 56% seu volume na estiagem em relação à chuva (ALCANTARA, 2009). Mas é justamente na estiagem que há maior captação de água para uso no agronegócio, especificamente para irrigação, pois é quando as chuvas são escassas. Todos estes fatores influenciam no abastecimento de água dos reservatórios hidrelétricos, principalmente na estiagem, indicando tendência ampliação de conflito entre os dois grandes usuários da água e da terra na BHTP: agronegócio e setor hidrelétrico.

Considerando as estimativas de mudanças climáticas para a região (MOHOR et al., 2015) e o desmatamento já existente, com tendência de aumento, que diminui as taxas de infiltração e escoamento na bacia (ALCANTARA, 2009), além do aumento acelerado no uso da água, as crises e conflitos provavelmente serão recorrentes, reforçando a importância de ações preventivas de gestão da água (VEIGA & MAGRINI, 2013).

Duas crises de água foram documentadas na BHTP. Uma ocorreu na porção alta da bacia, na estiagem de 2018 no município de Planalto da Serra, quando a principal nascente de abastecimento público secou, causando desabastecimento por alguns dias (informação pessoal). Outra ocorreu também na estiagem, em 2010 em Alta Floresta, na parte baixa da bacia (GLOBO BRASIL, 2010), que se estendeu por 50 dias secando córregos e até rios de médio porte. Os moradores relataram que a

principal causa foi a degradação ambiental aliada a extrema estiagem: “há 15 anos esses córregos tinham profundidade de até 2,5 metros. Era água em abundância e qualquer morador duvidava que um dia faltaria água na cidade. As pontes ficavam cheias de pessoas que tinham os córregos como local de lazer nos fins de semana. Pouco mais de uma década depois, todos estão assoreados, poluídos por esgoto, nascentes destruídas e secaram” (GLOBO BRASIL, 2010).

Participação social e governança da água

Dentre os princípios que regem a Política Nacional de Recursos, destaca-se a participação social na gestão, por meio dos comitês de bacias ou conselhos nacional e estadual de recursos hídricos.

Na BHTP, a maioria dos membros dos três comitês mencionou implícita ou explicitamente que é frágil a participação deles na gestão dos recursos hídricos, que está centralizada no órgão gestor de Mato Grosso (SEMA). Esta gestão centralizada segue o modelo convencional *top-down*, uma prática estabelecida que prevalece em muitos países (IORIS, 2008; PAHL-WOSTL, 2019), em outras bacias hidrográficas brasileiras (MESQUITA, 2018; ABERS, 2010), bem como na BHTP, onde os licenciamentos ambientais de grandes empreendimentos, as outorgas e definição de seus critérios técnicos, os conflitos e os problemas políticos relacionados com a gestão da água, a concentração do uso da água por alguns setores tem sido pouco discutidos e/ou não tem sido decididos pelos comitês. Um dos membros entrevistados relatou:

Temos outro núcleo isolado que é Cuiabá [capital do estado de Mato Grosso, onde fica a Secretaria de Estado do Meio Ambiente], que controla hoje a gestão da água. Qualquer demanda de uso da água não vem aqui, não vem ao comitê, essas demandas vão para a Secretaria Estadual do Meio Ambiente [...]. Portanto, o papel do comitê é parcialmente suprimido e parcialmente não estimulado.

Por outro lado, um gestor do governo considerou a seguinte situação em relação à ação dos comitês na BHTP:

“Percebemos que eles [membros do comitê] ainda não integraram o comitê em suas atividades. Esses comitês ainda são jovens e seus membros ainda não viram seu poder”.

Nesse mesmo sentido, um dos participantes do comitê considerou natural a centralização do governo. Ele argumentou que os comitês não estão preparados e que precisam ser fortalecidos para o futuro, quando houver conflitos hídricos e cobrança pelo uso da água.

Apesar dos comitês da BHTP terem papel basicamente consultivo, os membros apresentam motivação, que se justifica pelos seguintes fatores: a possibilidade de alterar as políticas e incentivos da estrutura de apoio (por exemplo, cobrança pelo uso da água) no futuro; a necessidade atual de criar oportunidades de negociação entre várias partes interessadas em torno de problemas e questões da água; a crença dos técnicos brasileiros de água no modelo de gestão da água da bacia hidrográfica; e a crescente legitimidade da gestão participativa social e política (ABERS & JORGE, 2005).

As práticas e os processos adotados nas relações entre os comitês e o órgão gestor indicam a importância da dimensão política da gestão, ou seja, da governança da água. Não existe um modelo de governança ideal e universal, mas, qualquer que seja a abordagem adotada, algumas premissas comuns estão presentes, como a busca de uma governança justa através da transparência, integridade e responsabilidade e outros ingredientes, como colaboração e cooperação (RIBEIRO & JOHNSON, 2018). Segundo a OCDE (2015), “a governança da água refere-se formalmente à gama de regras, práticas e processos políticos, institucionais e administrativos (formais e informais) através dos quais as decisões são tomadas e implementadas, as partes interessadas podem articular seus interesses e ter suas preocupações consideradas, e os decisores são responsáveis pela gestão da água ”.

Conclusões

O panorama e as análises sobre a gestão das águas apresentadas neste estudo demonstraram que os conflitos e contradições identificados na BHTP são resultantes principalmente do modelo concentrado de uso da terra e da água pelo agronegócio e pelo setor hidrelétrico. Isso indica a necessidade de fortalecer a boa governança e a gestão da água, particularmente quanto à efetiva implementação dos instrumentos de gestão e à adoção dos princípios da Lei 9.433, especialmente a participação social na tomada de decisões.

O agronegócio é historicamente hegemônico na ocupação das terras da BHTP e, recentemente, na apropriação da água, que

é parte do modelo neoliberal de concentração dos recursos naturais que considera os problemas e conflitos como externalidades e inerentes ao modelo (IORIS, 2017). Neste sentido, a fase *Misplacement* de inserção do agronegócio nos mercados regionais e globais pode ser também caracterizada pela apropriação da água pelo agronegócio, bem como pelo setor energético, ampliando o a abordagem temporal e os fatores dessa fase considerados por Ioris (2017). A força do setor hidrelétrico é histórica no país e se faz presente na bacia como um dos grandes usuários da água, com potencial em ocorrer conflitos com o agronegócio, com demais usuários da água ou ampliar os existentes, por exemplo, com as populações indígenas que dependem da pesca para sua segurança alimentar.

Os resultados desse estudo demonstraram ainda que, apesar da retórica da sustentabilidade ambiental, as iniciativas oficiais continuam sujeitando os sistemas socioeconômicos da água à exploração econômica (IORIS, 2016b) e à mercantilização da água, como resultado do poder econômico exercido pelos setores agrícolas e energético, que reforçam o princípio do valor econômico da água em detrimento dos demais princípios definidos pela Lei 9.433, como a garantia dos usos múltiplos e do uso sustentável da água.

Assim, mesmo considerando os importantes avanços na gestão da água na BHTP até então, estes são continuamente frustrados por prioridades socioeconômicas deste modelo e apresentam tendência de retrocesso futuro frente às recentes ações e políticas públicas de recursos hídricos adotadas no país. Desde janeiro de 2019 todo o sistema de gestão da água foi transferido do Ministério do Meio Ambiente para o Ministério do Desenvolvimento Regional (Decretos 9.666 e 9.672, de 2 de

janeiro de 2019), que também é o atual responsável pela gestão dos setores de irrigação e saneamento.

Com isso, a Agência Nacional de Água, que agora integra esse ministério, é a responsável pelas autorizações de água para esses dois usuários, cuja gestão está no mesmo ministério, ou seja, há risco potencial de conflito de interesses na mesma pasta. Somado a isso, houve uma redução nos membros da sociedade civil no Conselho Nacional de Recursos Hídricos, o que tende a enfraquecer a participação social neste fórum.

Essas mudanças e outras ações e políticas que vem sendo adotadas tendem a reforçar o valor econômico da água, aumentar a centralização da gestão, reduzir a abordagem sistêmica e integrada das bacias hidrográficas (considerando a tendência de redução na integração com as políticas socioambientais), comprometer os avanços anteriores e as melhorias necessárias para garantir uma governança justa e acesso à água às gerações atuais e futuras (FIGUEIREDO, 2019).

Referências

ABERS, R. Pensando Politicamente a Gestão da Água. In Abers R. (Ed). *Água e Política: atores, instituições e poder nos Organismos Colegiados de Bacia Hidrográfica no Brasil*, pp. 13-36. São Paulo, Brasil: Annablume. 2010.

ABERS, R.; JORGE, K.D. Descentralização da Gestão da Água: Por que os comitês de bacia estão sendo criados? *Ambiente & Sociedade* 8(2). 2005.

ABRASCO-Dossiê Abrasco-Um alerta sobre o impacto de agrotóxicos na saúde. 2015. Disponível em: https://www.abrasco.org.br/dossieagrototoxicos/wp-content/uploads/2013/10/DossieAbrasco_2015_web.pdf. Acesso em: 10 de agosto de 2019.

ALCANTARA, L. H. *Análise espaço-temporal do escoamento na bacia do alto e médio rio Teles Pires*. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Brasil. 2009.

ANA- Agência Nacional de Águas. *Conjuntura Recursos Hídricos Brasil 2018*. Brasília, DF, ANA. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/portal/publicacao/Conjuntura2018.pdf>. Acesso em: 20 de setembro de 2019.

BOMBARDI, L.M. *Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia*. São Paulo: FFLCH-USP. 296 p. 2017.

BORDALO, C.A.L. Novos olhares da crise hídrica mundial. In Chavez, E.S; Di Mauro, C.A. and Moretti, E.C. (Ed). *Água, recurso hídricos-bem social transformado em mercadoria*. Tupã, Brazil: ANAP, 2017.

BRASIL. *Lei Nº 9433, de 08 de Janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm. Acesso em: 25 de setembro de 2019.

BRASIL. 2005. Resolução Conama nº. 357 de 17 de Março de 2005. Dispõe sobre as classificações dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Disponível em: http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf. Acesso em: 15 de setembro de 2019.

CAMARGO, K.C.M; CRAICE, C. S.; FURTADO, S. C. Complexo agroindustrial grãos-carne e a percepção ambiental de moradores de Lucas do Rio Verde (MT). In: CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE POBLACIÓN, 7., ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 20., 2016, Foz do Iguaçu, PR. *Anais...* Belo Horizonte, MG: ABEP; ALAP, 2016.

CARMO, R. L.; CAMARGO, K. C. M. Percepção ambiental e redes sociais: um estudo de caso sobre Lucas do Rio Verde. In: SEMINÁRIO POPULAÇÃO, ESPAÇO E AMBIENTE, 4., 2017, Limeira, SP. *Anais...* Limeira, SP: FCA/UNICAMP; Belo Horizonte, MG: ABEP, 2017.

EPE-EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Avaliação Ambiental Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Teles Pires*, 2008. Disponível em: [http://www.epe.gov.br/sitespt/publicacoesdadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao248/topico292/AAI%20Teles%20Pires%20Relat%C3%B3rio%20Final%20-%20Sum%C3%A1rio%20Executivo\[1\].pdf](http://www.epe.gov.br/sitespt/publicacoesdadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao248/topico292/AAI%20Teles%20Pires%20Relat%C3%B3rio%20Final%20-%20Sum%C3%A1rio%20Executivo[1].pdf)>. Acesso em: 10 de setembro de 2019.

EMPINOTTI, V.L.; GONTIJO, W.C.; OLIVEIRA, V.L. Federalism, water, and (de)centralization in Brazil: the case of the

São Francisco River water diversion. *Regional environmental change*, 18(6): 1655-1666. 2018.

FEARNSIDE, P.M. Environmental Impacts of Brazil's Tucuruí Dam: Unlearned Lessons for Hydroelectric Development in Amazonia. *Environmental Management*, 27(3): 377–396. 2001.

FEARNSIDE, P.M. Amazon dams and waterways: Brazil's Tapajós Basin plans. *Ambio* 44:426–439. 2015a.

FEARNSIDE, P.M. Brazil's São Luiz do Tapajós dam: The art of cosmetic Environmental Impact Assessments. *Water Alternatives* 8(3): 373-396. 2015b.

FERREIRA, D.A.T.; MONTEIRO, E.C.; DUARTE, J.A.S.; MONTEIRO, M.; SILVA, M.S.A.; SOUZA, J.M. 2014. grau de degradação de dois córregos urbanos no município de Alta Floresta- MT: variáveis físico-químicas. *Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer*, v.10, n.18; p. 2014.

FIGUEIREDO, D.M. Uncertainties in water resource management in Brazil after recent institutional restructuring. 3th Symposium Sustainable Development in Latin America, *Anais...* Londres. 44-47 Maio, 2019.

FÓRUM TELES PIRES. Barragens e povos indígenas no rio Teles Pires. Brasília, Cuiabá, Alta Floresta: Fórum Teles Pires, 20 p., 2017. Disponível em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/S_Manoel/Outros/Dossie%CC%82_Teles_Pires_Final_09jun2017_reduzido.pdf. Acesso em: 21 de setembro de 2019.

FREITAS, M.; FREITAS, M.C.S. Regional development for sustainability in Amazonia: controversies and challenges. *Geography, Environment, sustainability* 4(11). 2018.

GALLARDO, A.L. C.F.; SILVA, J.C.; GAUDERETO, G.L. ; SOZINHO, D.W.F.A. Avaliação de impactos cumulativos no planejamento ambiental de hidrelétricas na bacia do rio Teles Pires (região amazônica). *Desenvolvimento e Meio Ambiente* vol. 43: 22-47, 2017.

GLOBO-BRASIL. Córregos secam e cidade da Amazônia Matogrossense fica sem água. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/brasil/corregos-secam-cidade-da-amazonia-mato-grossense-fica-sem-agua-2948257#ixzz5SDZQFzWy>. Acesso em: 30 de agosto de 2019.

GOMES, L.C.; AGOSTINHO, A.A. Influence of flooding regime on the nutritional state and juvenile recruitment of the curimba *Prochilodus scrofa*, Steindachner, in the Upper Paraná River, Brazil. *Fisheries Management and Ecology*. v. 4, p. 263-274. 1997.

IMEA-Mato Grosso Institute of Agriculture Economics. Agronegócio no Brasil e em Mato Grosso. Cuiabá, Brasil. 2016.

IORIS, A.A.R. Water Institutional Reforms in Scotland: Contested Objectives and Hidden Disputes. *Water Alternatives*, 1: 253-270. 2008.

IORIS, A.A.R. Introduction: Underscoring agribusiness failures, environmental controversies, and growing food uncertainties. In Ioris, A.A.R. (Ed) *Agriculture, environment and development*.

International perspectives on water, land and politics. Edimburgo: Palgrave Macmillan, pp. 1-32. 2016a.

IORIS, A.A.R. Controversial frontiers of agricultural development and environmental change. In Ioris, A.A.R. (Ed) *Agriculture, environment and development. International perspectives on water, land and politics*. Edimburgo: Palgrave Macmillan, pp 221-250. 2016b.

IORIS, A.A.R. Places of agribusiness: displacement, replacement, and misplacement in Mato Grosso, Brazil. *Geographical Review* 107(3): 452–475, 2017.

IORIS, A.A.R. *Agribusiness and the neoliberal food system in Brazil-Frontiers and fissures of agro-neoliberalism*. Londres: Routledge-Earthscan, 2018. 218 p.

MATO GROSSO. Lei nº 6945 de 1997. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos. Disponível em : <http://oads.org.br/leis/2913.pdf>. Acesso em: 10 de setembro de 2019.

MME-MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Empresa de Pesquisa Energética, Plano Decenal de Expansão de Energia 2024 / Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2015.

MARCHETTO, M.; NOQUELLI, L.H.M.; ANDRADE, L.A.Z.; SILVA, M.A.; SOARES, S.R.A. AND EVANGELISTA, R.M. Avanços e desafios da Política de Recursos Hídricos quanto aos instrumentos de gestão. In: FIGUEIREDO, D.M; DORES, E.F.G.C. AND LIMA, Z.M. (Org) *Bacia do Rio Cuiabá-uma*

abordagem socioambiental. Cuiabá, Brazil: EdUFMT pp. 498-536. 2018.

MARTINS, R.C. 2015. Fronteiras entre desigualdade e diferenças na governança das águas. *Ambiente & Sociedade* 18(1): 221-238, disponível em: http://www.scielo.br/pdf/asoc/v18n1/pt_1414-753X-asoc-18-01-00211.pdf>. Acesso em: 10 de agosto de 2019.

MESQUITA, L.F.G. 2018. Os comitês de bacias hidrográficas e o gerenciamento integrado na Política Nacional de Recursos Hídricos. *Desenvolv. Meio Ambiente*, 45: 56-80, <<file:///C:/Users/Administrador/Downloads/47280-232330-2-PB.pdf>>. Acesso em: 10 de agosto de 2019.

MOHOR, G.S.; RODRIGUEZ, D.A.; TOMASELLA, J.; SIQUEIRA JÚNIOR, J.L. Exploratory analyses for the assessment of climate change impacts on the energy production in an Amazon run-of-river hydropower plant. *Journal of Hydrology: Regional Studies* 4: 41–59, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214581815000324>>. Acesso em: 10 de agosto de 2019.

MORETTO, E.M.; GOMES, K.S.; ROQUETTI, D.R.; JORDÃO, C.O. Histórico, tendências e perspectivas no planejamento espacial de usinas hidrelétricas brasileiras: a antiga e atual fronteira amazônica. *Ambiente & sociedade* 15(3): 141-164. 2012.

NAKATANI, K., BAUMGARTNER, G., CAVICCHIOLI, M. *Ecologia de ovos e larvas de peixes*. Pp.201-306. In: Vazzoler, A.E.A. de M., Agostinho, A.A. & Hahn, N.S. (Eds.). *A planície*

de inundação do alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e econômicos. 460p. Maringá, Eduem, 1997.

OCDE-Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento. *Water governance initiative*. 2015. Disponível em: <http://www.oecd.org/gov/regional-policy/water-governance-initiative.htm>. Acesso em 22 de agosto de 2019.

PAHL-WOSTL, C. The role of governance modes and meta-governance in the transformation towards sustainable water governance. *Environmental Science and Policy* 91: 6–16, 2019.

PALMA, DANIELLY C. A. ; Lourencetti, Carolina ; UECKER, MARLI E. ; MELLO, PAULO R. B. ; PIGNATI, WANDERLEI A. ; DORES, ELIANA F. G. C.. Simultaneous Determination of Different Classes of Pesticides in Breast Milk by Solid-Phase Dispersion and GC/ECD. *Journal of the Brazilian Chemical Society* (Impresso), v. 25, p. 1419-1430, 2014.

PIGNATI, W.A.; MACHADO, J.M.H. O agronegócio e seus impactos na saúde dos trabalhadores e da população do estado de Mato Grosso. In: GOMEZ, CM; MACHADO, JMH; PENA PGL (orgs.). *Saúde do trabalhador na sociedade brasileira contemporânea*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2011.

PRADO, J.R.S. *Qualidade da Água da Bacia do Rio Teles Pires na Área de Influência Direta da Futura UHE Sinop, MT*. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Brasil. 2018.

PRINGLE, C. What is hydrologic connectivity and why is it ecologically important? *Hydrol. Process.* 17, 2685–2689. 2003.

RIBEIRO, P.E.A.M. ; HORA. M.A.G.M. 20 anos da Lei n° 9.433/97: percepções dos comitês de bacia hidrográfica e dos órgãos gestores acerca da implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos. *REGA* 16(1), 2019. Disponível em: <https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/210/4d3281b157a07fb1f74e87f5c3719567_164ce2c30022bd097eec57fcfe986631.pdf>. Acesso em: 17 de setembro de 2019.

RIBEIRO, N.B. ; JOHNSON, R.M.F. Discussion on water governance: patterns and common paths. *Ambiente & sociedade* 21(0), 2018.

ROSSI, R.A.; SANTOS, E. Conflito e regulação das águas no Brasil – a experiência do Salitre. *Caderno C R H*, Salvador, v. 31, n. 82, p. 151-167, 2018

ROSTIROLLA, S.L. *Análise comparativa dos estudos de impacto ambiental de quatro hidrelétricas no rio Teles Pires*. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) Univer. Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Brasil. 2018.

SCHULZ, C.; IORIS, A.A.R. The Paradox of Water Abundance in Mato Grosso, Brazil. *Sustainability* 9(1796): 2-18, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/320220780_The_Paradox_of_Water_Abundance_in_Mato_Grosso_Brazil>. Acesso em: 05 de setembro de 2019.

SEMA-SECRETÁRIA DE MEIO AMBIENTE. *Plano Estadual de Recursos Hídricos Diagnóstico 2009*. Disponível em:<http://www.sema.mt.gov.br/index.php?option=com_docman&ta

sk=cat view&gid=563&Itemid=630>, Acesso em: 20 de agosto de 2019.

SEMA-Secretaria de Meio Ambiente. Relatório de monitoramento da qualidade da água superficial de Mato Grosso. 2018. Disponível em: <file:///C:/Users/Administrador/Downloads/Relat%C3%B3rio%20Monitoramento%20Qualidade%20a%C3%81gua%20em%20MT%20-%202015-2017%20(3).pdf>. Acesso em: 14 de setembro de 2019.

SIEGMUND-SCHULTZE, M.; RODORFF, V.; KÖPPEL, J.; SOBRAL, M.C. Paternalism or participatory governance? Efforts and obstacles in implementing the Brazilian water policy in a large watershed. *Land Use Policy* 48: 120–130. 2015.

SILVA, M.J.; SATO, M.T. Territórios em tensão: o mapeamento dos conflitos socioambientais do Estado de Mato Grosso - Brasil. *Ambiente & sociedade* 15(1): 1-22. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414753X2012000100002&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 13 de setembro de 2019.

TARIFA, J.R. *Clima*. In: CAMARGO, L. *Atlas de Mato Grosso. Abordagem socioeconômico-ecológica*. Cuiabá: Entrelinhas/Seplan/Sema, 2011.

UMETSU, R.K. *Estudo eco-hidrológico da bacia hidrográfica Mariana, afluente do rio Taxisdermista, Alta Floresta-MT*. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, Brasil. 2009.

VEIGA, L.B.; MAGRINI, A. The Brazilian Water Resources Management Policy: Fifteen Years of Success and Challenges. *Water Resour Manage* 27:2287–2302. 2013.

WWF-Maior aumento do desmatamento da Amazônia em dez anos. Disponível em: <<https://www.wwf.org.br/?68662/maior-aumento-desmatamento-amazonia-dez-anos>>. Acesso em: 20 de julho de 2019.

TEM ÁGUA PARA O CAFÉ? COBERTURA FLORESTAL E A TECNIFICAÇÃO DA LAVOURA CAFEIEIRA EM RONDÔNIA

Marcelo Lucian FERRONATO

Introdução

Para discutir a relação entre agricultura e meio ambiente do estado de Rondônia é necessário compreender a complexidade do ecossistema amazônico. A sustentação de políticas de desenvolvimento agrícola nesta região, seja qual for à escala, depende do equilíbrio com as questões relativas à conservação, preservação e/ou recuperação dos recursos ambientais na paisagem.

No estado de Rondônia, as mudanças na paisagem rural decorrentes do processo colonização são bem conhecidos (FEARNSIDE, 1986, FEARNSIDE, 1989; SCHMINK; Wood, 1992; RONDÔNIA, 1998; ALVES et al., 1999; MAHAR; DUCROT, 1998; BATISTELLA et al., 2003; HURTIENNE, 2005; BATISTELLA; Moran, 2005, NASCIMENTO, 2007; RONDÔNIA, 1998), sendo que, atualmente, as consequências ambientais adversas decorrentes deste processo de uso e ocupação do solo, podem ser constatados em diversas partes do território rondoniense ocupado pelo agropecuária.

No meio rural, a relação entre aqueles que fazem uso econômico da terra com questões ambientais é muito estreita, a qual culmina, em muitos casos, na ocorrência de conflitos entre os interesses socioeconômicos e ambientais. Por um lado,

políticas voltadas à preservação, conservação e/ou recuperação das paisagens naturais, estabelecidas sob um arcabouço legal, argumentos técnico-científicos, acordos internacionais voltados aos cumprimentos de metas para frear os impactos antrópicos globais. De outro, as políticas indutoras de desenvolvimento econômico das atividades rurais, por vezes desconectadas de questões/políticas ambientais globais, nacionais e até mesmo regionais.

No território rondoniense, políticas de desenvolvimento agropecuário tem importante relevância no cenário socioeconômico, muitas vezes por meio de programas idealizados por governantes e suas equipes técnicas, que se tornam “marcas registradas” de governos, e aos poucos foram e estão configurando o perfil produtivo da atividade primária e da paisagem em cada região do estado. Em geral, é clara a intenção de impulsionar o crescimento econômico e conseqüentemente do Produto Interno Bruto – PIB estadual, com pouca, ou nenhuma preocupação com os impactos ambientais e das transformações sociais decorrentes destas políticas.

Atualmente, é nítida a intenção de agentes públicos e empresários ligados ao meio rural de impulsionar quatro macro políticas de desenvolvimento agropecuário: Café Clonal; Piscicultura; Expansão da pecuária bovina; e, d) Grandes lavouras mecanizadas de grãos, sejam para agricultores familiares ou empresários rurais, já articuladas a ações de pesquisa, extensão rural, crédito, infraestrutura, cadeias de comercialização e *marketing*. Estas políticas deverão ser, nos próximos anos, protagonistas da economia rural do estado, a um custo socioambiental ainda não estimado.

Dentre estas quatro macropolíticas de desenvolvimento, abordamos neste texto a promoção do plantio de café clonal, chamando a atenção para a capacidade de suporte do território por onde a política se expande, considerando os níveis de cobertura florestal na paisagem rural do estado e como esta questão se relaciona com a agricultura familiar.

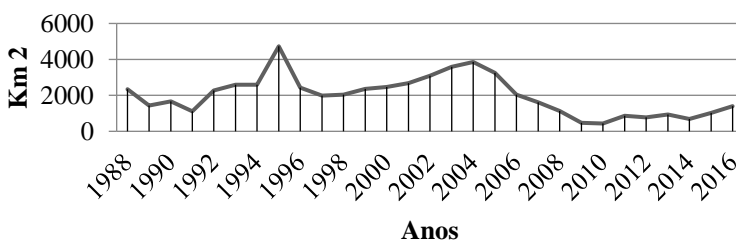
O texto se divide em duas partes, inicialmente são apresentados dados acerca da cobertura florestal do estado e evolução do desmatamento ao longo dos últimos 24 anos e a segunda parte aborda uma discussão sobre a expansão do café clonal e as relações com a baixa cobertura florestal dos locais onde está sendo implementado.

Considerações acerca da cobertura florestal e a paisagem rural em Rondônia

Segundo o INPE, nos anos de 2015 e 2016 a área desmatada em Rondônia foi de 1.030 km² e 1.394 km², respectivamente (Fig. 1). A área média anual desflorestada neste período é de 1.995 km²/ano, ou seja, uma área equivalente ao tamanho do município de Ouro Preto do Oeste, na região central do estado. Esta média decorre principalmente das elevadas taxas de desmatamento anuais até o ano de 2004. Quando consideramos apenas os últimos 10 anos esta taxa anual média é de 1.422 km²/ano, que não deixa de ser um índice elevado, e que serve para demonstrar que a atividade rural no estado ainda não está consolidada quanto ao uso do espaço e dos recursos naturais. Em que pese à redução da taxa desmatada a partir de 2004, o

desmatamento acumulado no estado é de 89.577 km², que representa 37% do território estadual⁴ (INPE, 2015).

Figura 1: Área de desmatamento anual no estado de Rondônia entre os anos de 1988 e 2016 (INPE, 2016).



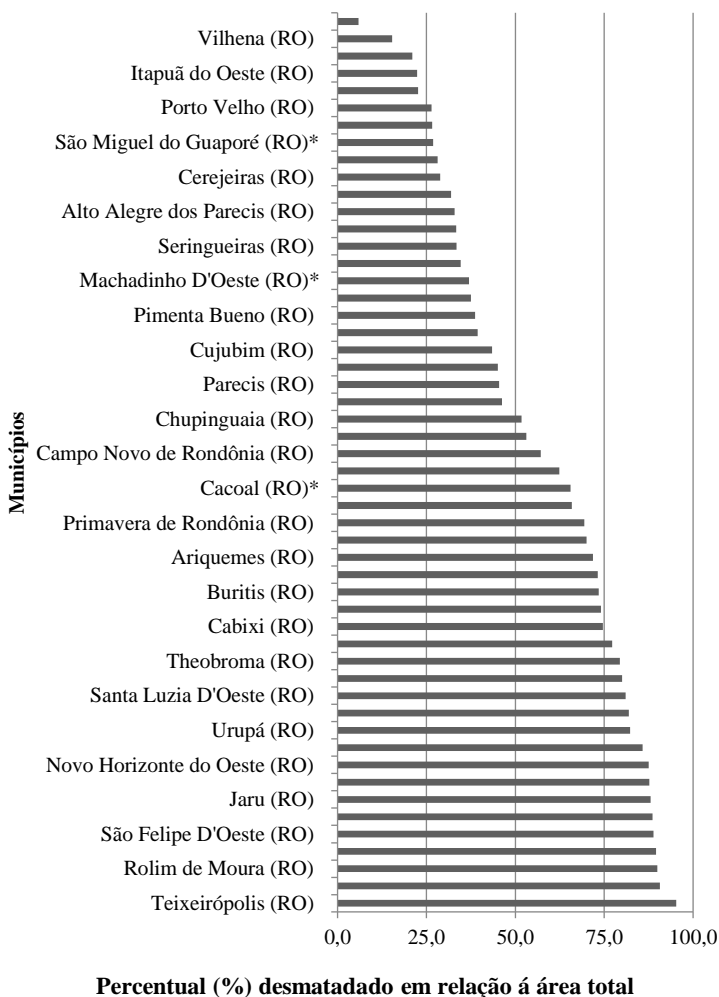
Dos 52 municípios do estado, 30% dos municípios (n=16) possuem menos de 75% da cobertura florestal original. A alteração dos ecossistemas leva à perda de serviços ambientais com consequências deletérias tanto no médio quanto no longo prazo, dentre eles, a redução dos índices de biodiversidade e alterações nos regimes hídricos (Brasil, 2003). 25% dos municípios (n=13) já desmataram mais de 50% das florestas, mas ainda possuem cobertura florestal no mínimo 25% da área total. Os demais 45% (n=23) ainda possuem níveis de cobertura florestal superior a 50% (Fig. 2), muito embora em decorrência da localização em seus territórios de Unidades de Conservação e/ou Terras Indígenas, as quais, é válido salientar sofrem por constantes ações de invasores para grilagem, degradação e desmatamento. Demonstrando que o uso e ocupação do solo no

⁴ A área total do estado que é de 237.590 km² (IBGE, 2016).

estado continuam, após mais de quatro décadas caracterizada pela conversão de florestas em áreas agropecuárias.

O papel das florestas na prestação de serviços ecossistêmicos é bem conhecido e importante para manutenção das atividades econômicas na agropecuária (MARCHIORI et al., 2012), logo a necessidade de manter níveis satisfatórios de cobertura florestal ao longo de uma paisagem agrícola é eminente (ALTIERI, 1999). A ausência de índices adequados de cobertura florestal especialmente em áreas de maior vulnerabilidade implica em uma série de impactos ambientais, sociais e econômicos, já observados no espaço rural: erosão dos solos, assoreamento de rios, enchentes ou secas extremas, contaminação de rios, dentre outros.

Figura 2: Percentual em relação a área territorial total dos municípios rondoniense desmatado até 2015 (Inpe, 2015). * Principais produtores de café do estado de Rondônia.



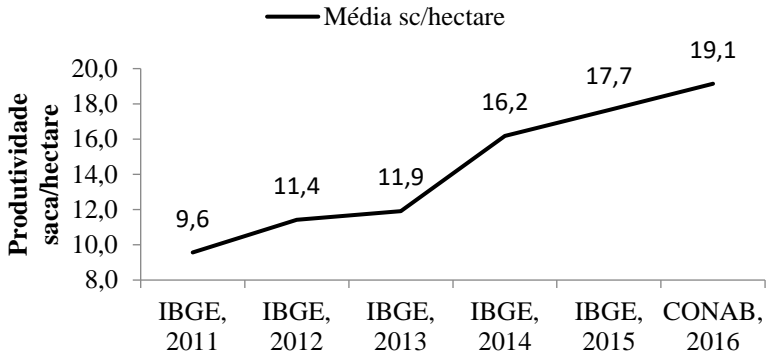
A promoção do plantio de café clonal na agricultura familiar de Rondônia

A cafeicultura é uma das atividades agrícolas mais importantes do país tanto histórica quanto economicamente. Boa parte dos agricultores familiares de Rondônia, desenvolvem ou já desenvolveram a atividade, seja pela tradição oriunda de suas regiões de origem ou em decorrência de incentivos estatais e de retorno econômico dos plantios.

A maior parte do café plantado no estado, por ser mais adaptado às condições ambientais regionais é da espécie *Coffea canephora*, cujas lavouras se situam principalmente em pequenas propriedades, ocupando em 2016, uma área em torno de 87 mil hectares, grande parte lavouras de baixa produtividade e/ou em pleno declínio de produção (EMBRAPA, 2016).

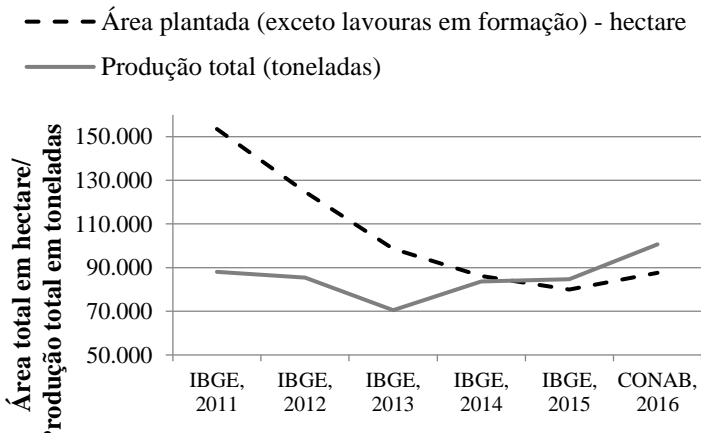
Visando elevar os índices de produtividade da cafeicultura no estado, tem sido apoiada substancialmente a implantação de lavouras de Café Clonal, numa clara política articulada de crédito, assistência técnica, fornecimento de insumos e de mercado. Os clones são resultantes do cruzamento de plantas de *Coffea canephora* do grupo Robusta com plantas do grupo Conilon, as quais têm sido desenvolvidas, tanto pela Embrapa Rondônia, quanto por produtores independentes. Espera-se com a tecnologia saltos de produtividade em torno de 500%, ou seja, de uma produtividade de 19 sacas/hectare/ano para 100 sacas/hectare/ano (EMBRAPA, 2016). Do aspecto de ganho de produtividade, a tecnologia de fato tem melhorado os índices do estado, uma vez que, o volume produzido em sacas (sc) por hectare (ha) vem aumentando gradativamente a partir de 2011(Figura 3).

Figura 3: Produtividade média das lavouras rondonienses no período de 2011 a 2016.



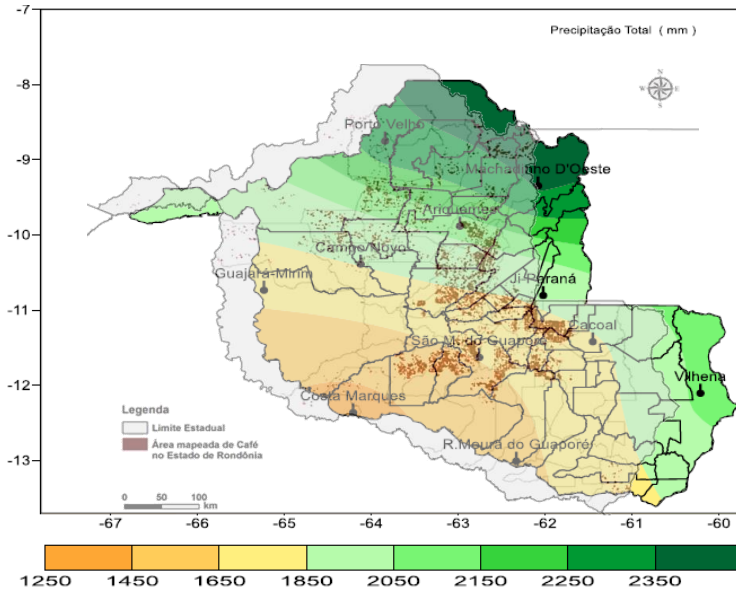
Em relação à área total de produção, no mesmo período foi reduzida de 153 mil/ha para 87 mil/ha, com aumento na produção de 85 para cerca de 100 mil toneladas (Fig-.4), ou seja, aumento de 12% na produção total em uma área 57% menor.

Figura 4 - Relação entre área plantada (ha) e produção total (t) no estado de Rondônia entre 2011 a 2016.



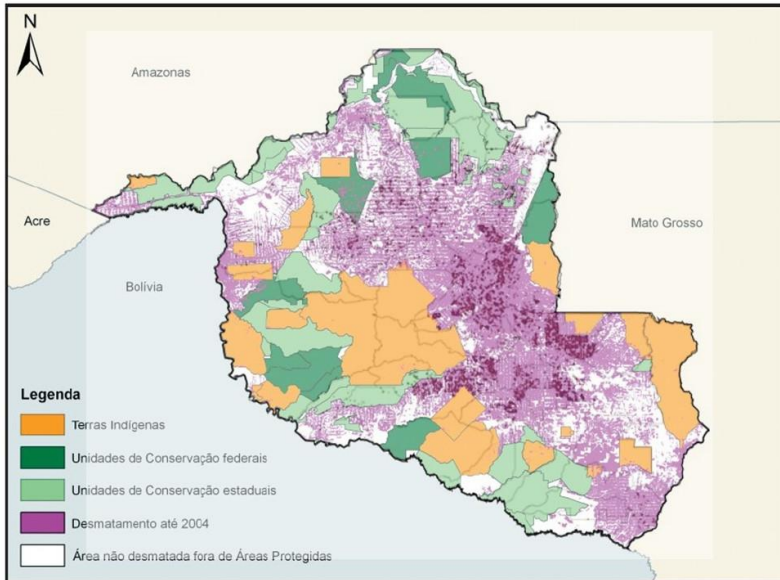
A produção de café em Rondônia concentra-se na região central e norte do Estado (Figura 5), onde se destacam os municípios de Cacoal, Alta Floresta D'Oeste, São Miguel do Guaporé, Machadinho D'Oeste, Ministro Andreazza e Nova Brasilândia D'Oeste, juntos representaram mais de 60% da produção estadual, demonstrando que há uma tendência de concentração espacial da produção cafeeira em Rondônia (MARCOLAN; ESPINDULA, 2015).

Figura 5: Precipitação total anual (mm) no estado de Rondônia (CONAB, 2016; MARCOLAN; ESPINDULA, 2015).



Dos seis principais produtores, três possuem níveis de cobertura florestal inferior 35% (Cacoal 34%; Nova Brasilândia D'Oeste 23%; Ministro Andreazza 11%), os demais tem a cobertura florestal concentrada em áreas protegidas, sendo o restante das áreas rurais, descobertas de vegetação nativa, com baixos níveis de cobertura, semelhantes aos demais, ou seja, nos principais municípios produtores o nível de degradação florestal atinge níveis elevados.

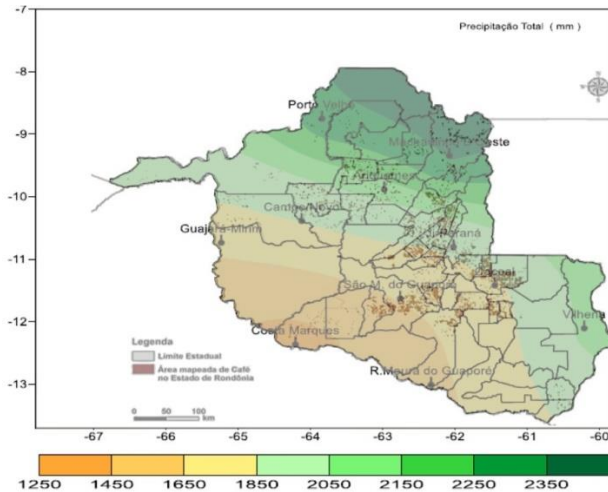
Figura 5: Concentração da lavoura cafeeira no estado de Rondônia (adaptado de Conab, 2016) em relação a cobertura florestal e áreas protegidas.



Na cultura do café a quantidade e a distribuição da precipitação pluviométrica são importantes, pois a demanda de água pela cultura deve ser considerada para que as plantas apresentem um bom desenvolvimento e uma boa produtividade, neste sentido para cultura do café arábica, a quantidade de chuva ideal está compreendida entre 1.200 mm e 1.800 mm anual, enquanto que café canéfora precipitações superiores a 2.000 mm. A precipitação média anual do Estado de Rondônia varia de 1.340 mm e 2.340 mm, com média de 1.906,5 mm anual, apresentando

um gradiente crescente da precipitação do Sudoeste para o Nordeste (Figura 6). Em Rondônia as faixas que apresentam precipitações de 1.400 mm a 1.700 mm, indicando áreas que a utilização de irrigação é necessária, faixa de 1.800 a 2.000 mm por ano corresponde à aptidão regular e acima de 2.100 mm por ano, às áreas preferenciais (MARCOLAN; ESPINDULA, 2015).

Figura 5: Precipitação total anual (mm) no estado de Rondônia (adaptado de MARCOLAN; ESPINDULA, 2015) e concentração da lavoura cafeeira (adaptado de Conab, 2016).



Nas principais regiões produtoras, uma das demandas da tecnologia para atingir a produtividade esperada é o uso de irrigação, ou seja, ao passo que a tecnologia se expande a demanda por água para irrigação cresce, a saber, nos períodos de estiagem onde os níveis pluviométricos caem drasticamente no estado (junho a setembro).

Considerando a importância das florestas para a manutenção dos ciclos hidrológicos, do microclimas das propriedades rurais, para a proteção dos cursos d'água e redução das perdas de umidade do solo, é evidente que a sustentação desta política depende de altos volumes de água, que por sua vez dependerá nos níveis de cobertura florestal que proporciona a proteção da rede hídrica capaz de abastecer a crescente demanda.

Considerando as evidências de baixa cobertura florestal nos principais municípios produtores, associados aos níveis de degradação da rede hídrica, é possível inferir sobre o problema que se aproxima dos agricultores produtores de café clonal os quais por fim são os questionamentos deste artigo: 1) Haverá água suficiente para atender a demanda de irrigação nos momento crítico de estiagem? 2) Qual a capacidade de suporte do ambiente? 2) Quais são as ações paralelas voltadas à recuperação florestal de nascentes e matas ciliares que possa aumentar os volumes e qualidade da água nas propriedades que utilizam irrigação?

Considerações finais

Tem sido insistente o discurso do papel das florestas na agricultura pelo fato de que elas são fundamentais para própria manutenção da atividade econômica impulsionada e para sustentabilidade econômica dos empreendimentos agropecuários.

O caso do café clonal, como dito em nossa introdução é apenas uma das quatro principais políticas voltadas ao campo em Rondônia, e nos traz à tona um cenário já conhecido por todos,

mas que está posto em nosso estado, gerando inclusive conflitos, seja no acesso à terra, ou aos recursos florestais e até mesmo, em alguns casos pela água.

Além do pouco diálogo entre as políticas públicas de desenvolvimento agropecuário com as de conservação florestal, existem pressões políticas/econômicas que favorecem a destruição de nossas florestas, desenhando um cenário cada vez maior de conflitos para região, colocando em risco, inclusive os processos por hora induzidos.

Referências

ALTIERI, M. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Michigan, v. 74, n. 1-3, p.19-31, mar. 1999.

ALVES, D. S. PEREIRA, J. L. G. DE SOUSA, C. L. SOARES, J. V. YAMAGUCHI, F. Characterizing landscape changes in Central Rondônia using Landsat TM imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 20(14): 2877–2882, 1999. Disponível em: < <https://doi.org/10.1080/014311699211859>>. Acesso em 01 mar. 2018.

BATISTELLA, M. MORAN, E. F. Dimensões humanas do uso e cobertura das terras na Amazônia: uma contribuição do LBA. *Acta Amazonica*, -, v. 35, n. 2, p.239-247, jan. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aa/v35n2/v35n2a14.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2018.

BATISTELLA, M. ROBESON, S. MORAN, E. F. Settlement design and landscape change in Amazônia: a multi-temporal evaluation using spatial metrics. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 69(7): 805-812. 2003.

BUAINAIN, Antônio Márcio et al (Ed.). *O mundo rural no Brasil do século 21 : a formação de um novo padrão agrário e agrícola*. Brasília: Embrapa, 2014. Cap. 3. p. 1011-1046. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/994073/o-mundo-rural-no-brasil-do-seculo-21-a-formacao-de-um-novo-padrao-agrario-e-agricola>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

BRASIL. *Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais.*: LEI Nº 11.326, DE 24 DE JULHO DE 2006.. 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111326.htm>. Acesso em: 22 jun. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (Org.). *Fragmentação de Ecossistemas: Causas e efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas*. Brasília: MMA/SBF, 2003. 510 p.

Companhia Nacional de Abastecimento. *Acompanhamento da safra brasileira: café*. Brasília, v. 2, n 1. Jan. 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_20_17_01_56_boletim_cafe_-_janeiro_2016.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2017.

EMBRAPA. *Cafeicultura de Rondônia na vanguarda da tecnologia*. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18383426/cafeicultura-de-rondonia-na-vanguarda-da-tecnologia>>. Acesso em: 25 jun. 2017.

FEARNSIDE, P. M. Settlement In Rondônia And The Token Role Of Science And Technology In Brazil'S Amazonian Development Planning. *Interciencia*, 11(5): 229–236. 1986. Disponível em: < http://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/123/5973/1/Settlement_in_Rondonia.pdf>. Acesso em 05 mar. 2018.

FEARNSIDE, P. M. A ocupação humana de Rondônia: impactos, limites e planejamento. *SCT/PR-CNPq, Assessoria Editorial e Divulgação Científica*, Brasília. 1989. Disponível em: <https://www.academia.edu/1196585/Ocupa%C3%A7%C3%A3o_Humana_de_Rond%C3%B4nia_a_Impactos_Limites_e_Planejamento>. Acesso em: 20 nov. 2015.

HURTIENNE, T. Agricultura familiar e desenvolvimento rural sustentável na Amazônia. *Novos Cadernos Naea*, Pará, v. 8, n. 1, p.19-71, jun. 2005.

MAHAR, D. DUCROT, E. *Land-use zoning on tropical frontiers: emerging lessons from the Brazilian Amazon*. The World Bank, Washington, D.C., USA. 25p. 1998.

MARCHIORI, E. G.; SETT, A. F. F.; MAGALHÃES, D. P.; MACHADO, J. M. H.; BUSS, D. F.; FRANCO NETTO, F. A. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p.1457-1468, jun. 2012. Rio de Janeiro. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/csc/v17n6/v17n6a10.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2017.

INPE. Taxas Anuais 1988 a 2016. *Projeto PRODES Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite*. 2016. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2016n.htm>. Acesso em: 22 jun. 2017.

INPE. *Desflorestamento nos Municípios da Amazônia Legal para o ano de 2015*. 2015. <<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>>. Acesso em 30 jun. 2017

MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. (Ed.). *Café na Amazônia*. Rondônia: Embrapa, 2015. 474 p. Disponível em: <http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/Livro_Cafe_na_Amazonia_2015.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2017.

MARQUES, L. Introdução de Capitalismo e Colapso Ambiental. In: MARQUES, L. *Capitalismo e Colapso Ambiental*. São Paulo: Unicamp, 2015. Cap. 1. p. 13-64.

NASCIMENTO, T. T. A fronteira agrícola e a migração na Transamazônicas novas questões, antigos debates. In: Encontro da rede de estudos rurais, 2., 2007, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro, 2007, p. 1-13.

RONDÔNIA. *Diagnóstico socioeconômico do Estado de Rondônia e assistência técnica para formulação da segunda aproximação do zoneamento sócio-econômico-ecológico* —

Climatologia. Vol.1. Governo de Rondônia/ PLANAFLORO, Porto Velho, RO. 401p. 1998.

SCHMINK, M. WOOD, C. H. *Contested Frontiers in Amazonia*. New York: Columbia University, 1992. 387 p.

SILVA, R. Café híbrido para Amazônia tem produtividade ótima em testes. *Consórcio pesquisa café*, Brasília, 27 jun. 2016. Disponível em: <<http://www.consorciopesquisacafe.com.br/index.php/imprensa/noticias/715-2016-06-27-14-24-15>>. Acesso em 29 jun. 2017.

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM ÁREAS DE BURITIZAIS NO MUNICÍPIO DE JI-PARANÁ – RONDÔNIA

*José Torrente da ROCHA
Nara Luísa Reis de ANDRADE*

Introdução

Cada vez mais a transformação dos ecossistemas tem se tornado intensa, desarranjando a dinâmica natural preexistente, podendo produzir impactos em áreas já habitadas (RICETO, 2011), e com isso problemas ambientais surgem rapidamente, exigindo alternativas para mitigar os impactos decorrentes (CRAMER et al., 2016).

O processo de urbanização no Brasil, assim como em alguns países em desenvolvimento, ocorre muitas vezes de forma espontânea e sem planejamento, ignorando a existência dos Planos Diretores Urbanos e afetando a qualidade do meio ambiente (TUCCI, 2005). O contínuo, acelerado e exacerbado crescimento e desenvolvimento das cidades devido ao aumento populacional, é um dos fatores geradores de supressão de áreas de preservação permanente na zona urbana de várias cidades do nosso país (ANSCHAU et al., 2016).

Galdino et al. (2011) discorrem que o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 4.775/1965, revogado pelo Novo Código

Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651/2012) e a Resolução CONAMA 303/2002 vieram estabelecer regras e limitar ações de degradação ambiental sobre as Áreas de Preservação Permanente (APPs), e afirmam que estas áreas têm “responsabilidade de resguardar o ambiente natural, com relação à vegetação (e aos solos, tendo em vista a função protetora da vegetação sobre estes), protegendo-o de qualquer intervenção que não condissesse com a dinâmica natural do ambiente”.

No Novo Código Florestal, é estabelecido no art. 4º que as áreas que são consideradas de preservação permanente podem existir em zonas rurais ou urbanas, entretanto, as APPs são alvo de constantes pressões antrópicas, sendo o seu mapeamento e a sua caracterização elementos básicos para a conservação, uma vez que permite o diagnóstico da sua atual cobertura, bem como a tomada de medidas corretivas, quando necessário (SCHNEIDER et al., 2016). Araújo et al. (2012) justificam a importância da conservação destas que são fundamentais para a manutenção dos recursos hídricos, uma vez que possuem a capacidade de recarregar aquíferos, de manter a qualidade da água, de reduzir as taxas de erosão e assoreamento dos rios e nascentes inseridos nestas.

Riceto (2011) menciona que o termo Área de Preservação Permanente destaca o alto grau de importância que estas áreas assim denominadas possuem, sendo consideradas intangíveis por exercerem funções ímpares e fundamentais para o equilíbrio e perpetuação dos ecossistemas, de modo análogo para o ambiente urbanizado, e Júnior et al. (2010) ressaltam que são protegidas por lei e, havendo intervenção nestas áreas, são causados uma série de danos.

As veredas, mencionadas no último inciso do art. 4º da legislação supracitada, do ponto de vista de Santos (2015), são caracterizadas pela presença da palmeira *Mauritia Flexuosa L.f.*, popularmente conhecida como buritizeiro, em meio a agrupamentos mais ou menos densos de espécies arbustivo-herbáceas, e ocupam áreas planas que acompanham linhas de drenagem mal definidas, sendo também comuns nas proximidades de nascentes. Para Oliveira e Ferreira (2007), estas áreas tornam-se conexão entre a fauna e flora, formando os corredores ecológicos em diferentes terrenos sob condições distintas de formação. O buritizeiro, uma das maiores palmeiras da Amazônia, na maioria das vezes se encontra inserido dentro de APP's, por estar presente em áreas alagadas, igapós, beira de igarapés e rios, tendo a água como grande dispersora de sementes para a formação de extensas populações de buritizais (CYMERYYS ET AL., 2005).

No município de Ji-Paraná/RO, este espécime conquistou um aparato legal a nível local, onde, por meio do Decreto N. 1969/GAB/PMJP/2013 (JI-PARANÁ, 2013), é ressaltada a necessidade de sua preservação para proteção de nascentes e aspectos paisagísticos e a sua importância para a manutenção da qualidade de vida na cidade.

No mesmo consta que a classificação destas áreas de buritizais é como unidade de conservação de uso sustentável, mais especificamente sendo uma área de relevante interesse ecológico, conforme o descrito na Lei nº 9.985/2000, Art. 16: “área em geral de pequena extensão, com pouca ou nenhuma ocupação humana, com características naturais extraordinárias ou que abriga exemplares raros da biota regional, e tem como objetivo manter os ecossistemas naturais de importância regional

ou local e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza” (BRASIL, 2000).

As APPs demandam atenção especial, pois estão voltadas para preservação da qualidade das águas, vegetação e fauna, bem como para a dissipação de energia erosiva, tendo estes fatores sido elencados na legislação, reconhecendo a sua importância como agente regulador de vazão fluvial (consequentemente das cheias), preservadora das condições sanitárias para o desenvolvimento da vida humana nas cidades (BRANDÃO E LIMA, 2002), e para que haja maior interação da sociedade no contexto da manutenção e preservação destas áreas, faz-se necessária a participação do meio científico, por meio de pesquisas e atividades voltadas para a conscientização da população, dando a devida relevância, através de dados e análises, ao papel que estas áreas desempenham no ecossistema.

Estas áreas protegidas, tanto na zona urbana como na zona rural, vêm sendo removidas e/ou danificadas devido à conversão total ou parcial de suas áreas em urbanização ou áreas agricultáveis, mesmo sendo protegidas por lei federal. Diversos estudos apontam a necessidade de preservação e o importante papel que estas áreas desenvolvem para preservação de ecossistemas, além de serem essenciais à qualidade de vida da população e à beleza paisagística da região.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo analisar o uso e ocupação do solo de áreas de preservação permanente, caracterizadas como bunitizais, com o uso de ferramentas de sensoriamento remoto e sistemas de informação

geográfica, a fim de subsidiar a tomada de decisões no que tange a preservação de nascentes no município.

Métodos e Técnicas

Foram utilizados produtos de sensoriamento remoto provenientes do sensor MSI, do satélite SENTINEL-2A, disponibilizado gratuitamente no site do Centro de Pesquisa Geológica dos Estados Unidos – USGS (USGS, 2017) (<http://earthexplorer.usgs.gov>). Para análise da área de estudo, a imagem recebeu contraste RGB nas bandas 04, 08 e 02, respectivamente, foi segmentada em similaridade de 50 e área do pixel de 50 e classificada, utilizando o algoritmo classificador de Bhattacharya, no SPRING (CÂMARA et al., 1996), versão 5.3, e os arquivos gerados foram convertidos posteriormente para geração dos mapas temáticos no software ArcMap 10.2.2, versão para estudante, disponibilizado pela *Environmental Systems Research Institute* – ESRI, no sítio <<https://www.esri.com/en-us/home>>. Também foram utilizados dados vetoriais referentes às malhas digitais do município, estado e união, das estradas e rodovias e a distribuição dos setores censitários, conforme realizado no último censo demográfico, disponíveis gratuitamente no sítio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE: <http://www.ibge.gov.br>.

Os pontos amostrais (verdes) foram escolhidos depois de serem analisados todos os pontos descritos no decreto (vermelhos, inclusos os verdes), através de sua localização no município com uso do software *Google Earth Pro* e visitas a campo para confirmação dos locais. Por estarem dentro do

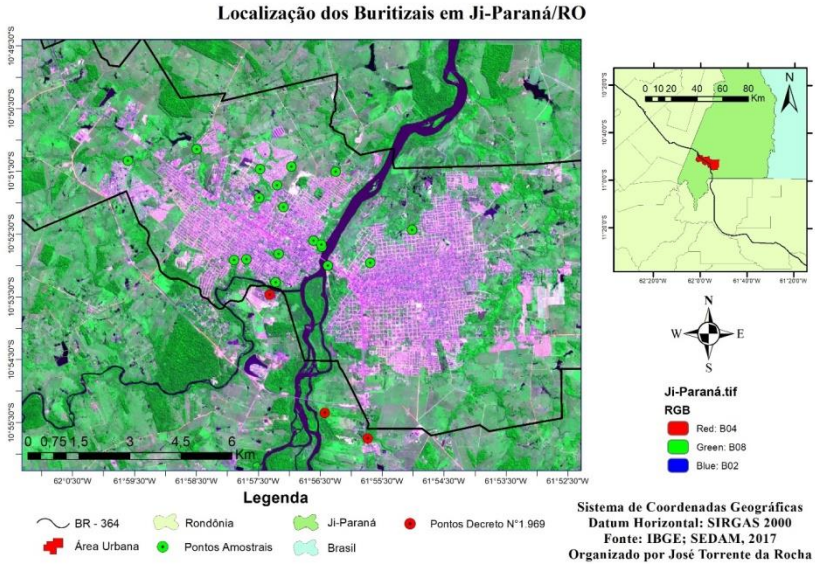
polígono gerado pela união dos setores censitários de 2010 (contorno em preto), estes foram escolhidos por estarem dentro do que a União considera como área urbana do município em questão.

Área de Estudo

O município está localizado no estado de Rondônia, sendo um dos municípios que compõem a mesorregião Leste Rondoniense, e conta com uma população urbana de 116.610 pessoas segundo o censo populacional de 2010 (IBGE, 2017), possuindo temperatura média anual de 21,3°C, média de umidade relativa do ar de 75% e total médio de precipitação anual de 1.962,8 mm (SEDAM, 2012).

A análise foi executada em 18 dos 21 buritizais distribuídos conforme os pontos estabelecidos no DECRETO N. 1969/GAB/PMJP/2013 (Figura 1).

Figura 1: Localização da área de estudo e dos Buritizais em Ji-Paraná/RO.



Fonte: Os autores

Resultados e Discussão

Durante o registro da imagem de satélite usada para análise dos buritizais, foi obtido um valor de controle de 0,074, valor este que é um indicador de possível erro na fase de registro das imagens. O registro é uma transformação que relaciona as coordenadas da imagem com as coordenadas geográficas, eliminando distorções existentes na imagem, causadas em seu processo de formação pelo sistema sensor e por imprecisão dos dados de posicionamento da plataforma (aeronave ou satélite) (INPE, 2018).

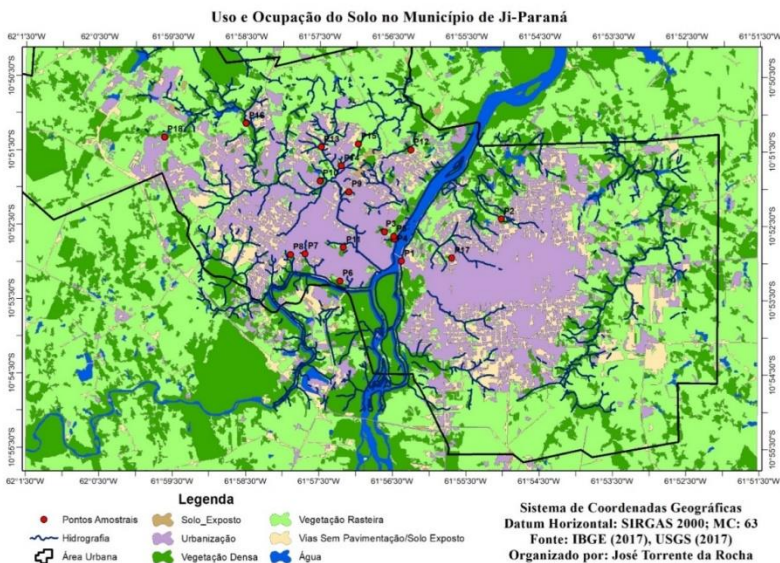
A Tabela 1 dispõe os pontos de registro utilizados e na Figura 2 é disposta a classificação do uso e ocupação do solo de Ji-Paraná.

Tabela 1: Pontos de controle utilizados e respectivos erros

Pontos	Coordenadas	Erros
P1	10° 52' 31.25" S; 61° 56' 31.04" O	(0,040, -0,059)
P2	10° 54' 8.16" S; 61° 54' 16.52" O	(-0,039, 0,035)
P3	10° 54' 11.46" S; 61° 55' 49.30" O	(-0,030, 0,002)
P4	10° 50' 38.11" S; 62° 0' 4.18" O	(0,008, 0,040)
P5	10° 52' 3.57" S; 61° 57' 57.81" O	(-0,090, -0,043)
P6	10° 53' 10.16" S; 61° 56' 28.70" O	(0,111, 0,024)
Valor de Controle (erro)		0,074

Fonte: Os autores

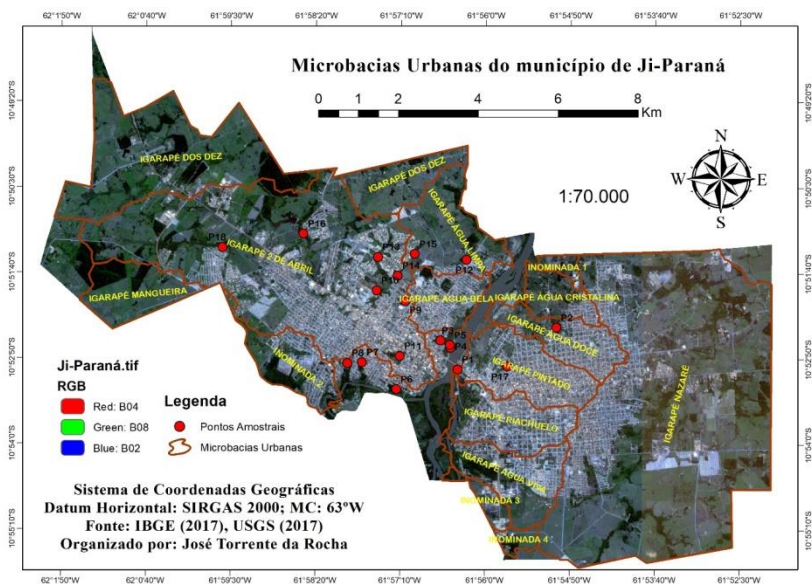
Figura 2: Classificação do uso e ocupação do solo de Ji-Paraná - RO.



Fonte: Os autores

Os pontos amostrais estão dispostos ao longo de cursos hídricos pertencentes às microbacias urbanas do município (Figura 3), sendo que a maior microbacia, a bacia do igarapé Dois de Abril, abriga a maioria dos buritizais dispostos na legislação municipal (7 dos 18), e é a bacia onde vários dos seus cursos d'água têm sido constantemente impactados.

Figura 3: Buritizais inseridos nas microbacias ji-paranaenses



Fonte: Os autores.

A Tabela 2 dispõe os valores de área encontrados para cada classe analisada.

Tabela 2: Áreas encontradas para as classes de uso e ocupação do solo

Classes	Área (km²)	%
Água	7,41	3,73
Urbanização	32,18	16,20
Vegetação Densa	45,23	22,78
Vegetação Rasteira	99,15	49,92
Solo Exposto	0,40	0,20
Vias sem Pavimentação/Solo Exposto	14,25	7,17
TOTAL	198,62	100

Fonte: Os autores

A classe de vegetação rasteira sobressai em relação às outras classes, devido à conversão das áreas florestadas em área para cultivo agrícola. Ribeiro et al. (2005) discorrem que este fator é apontado como a principal causa de desmatamento em todo o mundo. O município conta com frigoríficos, justificando a predominância da classe de vegetação rasteira ao redor da cidade, por serem áreas utilizadas para criação de bovinos e/ou cultivo agrícola. Apenas o P15 apresenta contato direto com esta classe, sendo que no mesmo lugar onde hoje está situado era uma área de criação de bovinos particular, hoje sendo uma parte do Residencial Colina Park.

A classe de vegetação densa equivale aos fragmentos florestais remanescentes no município, estando alguns deles próximos ao Rio Ji-Paraná e outros na parte não urbana do mesmo, sendo que inseridos na cidade há poucos destes, e nos lugares onde ainda restam estão situados próximos aos cursos

hídricos urbanos, executando a função de APPs, onde estes são mantidos e protegidos por lei já mencionada neste documento. O P2, P6 e P16 são os que estão próximos a estas áreas mais vegetadas, apresentando que estão em situação mais confortável em relação a proteção de sua vegetação.

A classe de água engloba o rio que corta o município em dois distritos, o Rio Ji-Paraná, formado pela junção dos rios Machado e Urupá e alguns lagos, lagoas e represas, utilizadas para fins de lazer, recreação e, em alguns casos, para o cultivo piscícola, sabendo-se que o município também usa de tal atividade como forma de renda para a população.

A urbanização se desenvolveu às margens do Rio Ji-Paraná, visto que era necessário o uso da água para subsistência da população para seus diversos fins, e com isto, o rio se tornou a base do município, além de tê-la dividido em dois distritos e cortar praticamente toda a área do município (considerando a área ocupada pela Terra Indígena Igarapé Lourdes e a área da Reserva Biológica do Jarú, duas áreas de proteção integral localizadas ao norte do município, também cortados pelo mesmo rio), desaguando no Rio Madeira, o maior afluente do lado direito do Rio Amazonas.

Os buritizais, que estão em sua maioria inseridos nesta classe, são afetados de forma direta, devido a ações deterioradoras do ambiente em questão, fazendo com que estas áreas protegidas não executem a sua função de maneira completa, estando sujeita a lixiviação proveniente do escoamento superficial das áreas impermeabilizadas ao redor, ao lançamento de resíduos sólidos que acarretam o surgimento de vetores e agentes transmissores de epidemias, ao lançamento de esgotos

domésticos e industriais clandestinos, diminuindo a qualidade de vida da população residente no seu entorno e deteriorando a qualidade dos corpos hídricos inseridos em seus domínios.

Santos et al. (2017), analisando a qualidade da água no igarapé Dois de Abril, abordou que há lançamentos de efluentes clandestinos no córrego, onde para lançamento destes deveria ser seguido o disposto nas resoluções Conama 357/2005 e 430/2011. Estes lançamentos indiscriminados afetam diretamente os buritizais que, segundo Santana (2011), promovem a melhoria da qualidade de vida dos habitantes em função de outros benefícios gerados pelo equilíbrio ambiental que estas áreas protegidas trazem.

As microbacias devem atuar como zonas de proteção dos ambientes naturais inseridos nelas, tendo função suporte para o ambiente, para que consiga realizar toda a dinâmica existente. Havendo impactos nestas, isso se reflete nos buritizais, ocorrendo a deterioração de seu ambiente, que tem funções vitais para a fauna e flora, visando a subsistência da área.

Considerações Finais

No entorno de quase todos os buritizais é perceptível a densa presença da classe de urbanização e/ou de vegetação rasteira, o que interfere na qualidade dos recursos hídricos inseridos nestas áreas, sabendo-se que a urbanização causa vários impactos significativos nestes, podendo ser irreversíveis.

O poder público local conta com instrumento de proteção mais restritivo para estas áreas se comparado com a legislação federal, porém ações visando tal manutenção e proteção ainda são incipientes, e precisam ser intensificadas.

Salienta-se ainda que a população é peça chave para a conservação destes ambientes especiais e reforça a grande capacidade do sensoriamento remoto e dos sistemas de informação geográfica como ferramenta auxiliar em análises ambientais, visando uma melhor gestão e proteção de APP's, e conseqüentemente, dos corpos hídricos e de suas nascentes.

Agradecimentos

À Fundação Rondônia de Amparo ao Desenvolvimento das Ações Científicas e Tecnológicas e à Pesquisa do Estado de Rondônia (FAPERO) pela concessão de bolsa de iniciação científica, ao Grupo de Pesquisa de Engenharia Ambiental (GPEAMB) do Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária (DEAS) da UNIR – *Campus* Ji-Paraná pelo apoio na realização do trabalho e ao Prof. Alex Mota dos Santos pelo estímulo do uso de sensoriamento remoto para estudos ambientais.

Referências

ANSCHAU, A. R; TONETTO, E. M; BILHALVA; W. D. B; DA SILVEIRA, F. *Geotecnologia aplicada na análise da ocupação do solo em APPs urbanas do Arroio Itaquarinchim e suas considerações na Gestão Pública do município de Santo Ângelo – RS*. In: Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, 5., 2016. Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, Bento Gonçalves – RS, Brasil, abr. 2016.

ARAÚJO, D. R; DA SILVA, P. C. M; DIAS, N. S; LIRA, D. L. C. *Estudo da Área de Preservação Permanente do Rio Mossoró no sítio urbano de Mossoró-RN por meio de técnicas de Geoprocessamento*. Revista Caatinga, Mossoró, v. 25, n. 2, pp. 177-183, mar.-jun., 2012.

BRANDÃO, S. L; LIMA, S. C. *Diagnóstico Ambiental das Áreas de Preservação Permanente (APP), Margem Esquerda do Rio Uberabinha, em Uberlândia (MG)*. Caminhos de Geografia 3(7), Out/ 2002.

BRASIL. *Lei n° 9.985 de 18 de Julho de 2000*. Diário Oficial, 2000. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm>. Acesso em: 17 ago. 2018.

BRASIL. *Lei n° 12.651 de 25 de Maio de 2012*. Diário Oficial, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 17 ago. 2018.

CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. C. P. *SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS with Object-Oriented Data modelling*. Computers and Graphics, v. 20, n. 3, pp. 395-403, Maio-Jun 1996.

CRAMER, M. T; CORAZZA, R; DE PIERRI, M. *Levantamento das Áreas de Preservação Permanente (APPs) no município de Coxilha/RS, utilizando Sistemas de Informações Geográficas (SIGs)*. In: Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, 5., 2016. Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, Bento Gonçalves – RS, Brasil, abr. 2016.

CYMERYS, M.; FERNANDES, N. M. P.; RIGAMONTE-AZEVEDO; O. C. *Buritizeiro Mauritia flexuosa L.f.* In: SHANLEY, P.; MEDINA, G. (Eds.). *Frutíferas e plantas úteis na vida Amazônica*. Belém: CIFOR, pp.181-187. Imazon, 2005.

GALDINO, A. V. S; MENDES, L. M. S; DA CRUZ, M. L. B. *Delimitação e caracterização das áreas de preservação permanente (APP) na Serra do Juá-Conceição, em Caucaia-CE, por meio do SPRING*. In: Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.7293.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Censo 2010. IBGE Cidades, 2016*. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmu n=110012&search=rondonia|ji-parana>> Acesso em: 26 set. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). *SPRING: Tutorial de Geoprocessamento: Aula 3 –*

Registro de imagem. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/teoria/aula3.pdf>>. Acesso em 28 jan. 2018.

Ji-PARANÁ. *Decreto nº 1969, de 27 de agosto de 2013.* Regulamenta o art. 38, da seção V do Código Ambiental Municipal, na parte que trata dos Buritizais, inseridos nas ZPPs (Zona de Preservação Paisagística). Gabinete do Prefeito, Prefeitura Municipal de Ji-Paraná, 2013. 6p.

JÚNIOR, R. F. V.; PASSOS; A. O.; ABDALA; V. L.; RAMOS; T. G. *Determinação das Áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do Rio Uberaba – MG, utilizando o Sistema de Informação Geográfica – SIG.* In: Global Science and Technology, v. 03, n. 01 pp.19 – 29, jan/abr. 2010.

OLIVEIRA, N. L. S; FERREIRA, I. M. *Análise ambiental das veredas do chapadão de Catalão (GO).* In: X Eregeio Simpósio Regional De Geografia. Simpósio Regional De Geografia, Catalão (GO), 06-09 set. 2007. 16p.

RIBEIRO, C. A. A. S; SOARES, V. C; OLIVEIRA, A. M. S; GLERIANI, J. M. *O desafio da delimitação de Áreas de Preservação Permanente.* Revista Árvore, Viçosa – MG, v. 29, n.2, pp. 203-212, 2005.

RICETO, Á. *As Áreas de Preservação Permanente (APP) Urbanas: Sua importância para a qualidade ambiental nas cidades e suas regulamentações.* Revista da Católica. Uberlândia, v. 3, n. 5, 2011.

SANTANA, M. N. R. *Identificação dos impactos ambientais da ocupação irregular na Área de Preservação Permanente (APP) do córrego tamanduá em Aparecida de Goiânia*. In: II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Londrina – PR, 2011. 5p.

SANTOS, D. S. *Caracterização biológica, ecológica e de tecnologia de sementes de espécies arbóreas indicadas para a restauração de Áreas de Preservação Permanente (APP) úmidas no Distrito Federal*. Monografia - Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília. Planaltina - DF, 2015. 50p.

SANTOS, T. A; PAVANELLO, L. F. S; OLIVEIRA, L. E; ASSIS, J. P. M; GOMES, B. M; MENDONÇA, A. P; BASTOS, W. R; NASCIMENTO, E. L. *Caracterização limnológica do igarapé Dois de Abril, Ji-Paraná, Rondônia (Amazônia Ocidental)*. In: XVI Congresso Brasileiro de Limnologia. Congresso Brasileiro de Limnologia. Rio de Janeiro, Brasil, jul. 2017.

SCHNEIDER, V. E; MAGRIN, T. B; CEMIN, G; DOS SANTOS, G. M. *Análise da situação das Áreas de Preservação Permanente no município de São José dos Ausentes – RS*. In: Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, 5., 2016. Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, Bento Gonçalves – RS, Brasil, abr. 2016.

TUCCI, C. E. M. *Águas urbanas*. Estudos Avançados, v.22, 2008.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. *Earth Explorer – USGS*. Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em 25 mai. 2016.

AVALIAÇÃO DA POTABILIDADE DA ÁGUA DE POÇOS RASOS URBANOS NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

*Mikelle Perboni GUTIERREZ
Thalitta Silva COTA
Ivan Dias de MEDEIROS
Wesclen Vilar NOGUEIRA
Fernanda Bay HURTADO
Rute Bianchini PONTUSCHKA*

Introdução

Um recurso natural de grande importância em todos os aspectos da civilização humana é a água, principalmente quando se trata do seu uso para consumo humano, pois suas características refletem na qualidade de vida da sociedade (FERREIRA et al., 2015), no desenvolvimento agrícola e industrial (BRASIL, 2011).

Ao se analisar a relação entre o homem, os recursos naturais e a poluição ambiental, observa-se um ciclo simples e devastador, pois conforme ocorre o aumento da população mundial, aumenta o uso inadequado dos recursos e a produção de poluentes, de forma que tais circunstâncias acarretarão o declínio da qualidade da água (PEREIRA et al., 2015). Conhecer os potenciais riscos de contaminação da água colabora na prevenção de doenças transmitidas por bactérias, vírus, protozoários e vermes por ela

veiculados (NASCIMENTO & BARBOSA, 2005).

A qualidade das águas de lençóis freáticos depende de processos naturais geoquímicos e está sujeita a atividades antrópicas como a agricultura, a produção de esgoto e resíduos industriais, a mineração (DANIELOPOL et al, 2003; NAGARAJAN, 2010; LAUTHARTTE, 2016).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016), o Brasil é o quinto país mais populoso do mundo e um dos mais precários em questões sanitárias, de tratamento de efluentes e acesso à água (PEREIRA et al., 2015). Nas últimas décadas o crescimento populacional contribuiu significativamente para a aceleração do crescimento de áreas urbanas, muitas vezes sem quaisquer infraestruturas urbanísticas e de saneamento, levando a um aumento da demanda por água potável e para outras formas de uso.

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a potabilidade da água de 10 poços rasos, localizados no perímetro urbano de Presidente Médici a partir dos parâmetros físico-químicos, verificando também a interferência da sazonalidade.

Estado da Arte

Há registros de que o homem se preocupa com a água desde 4.000 anos a.C., sendo que as primeiras leis de que se tem conhecimento quanto ao uso da água foram escritas pelos sumérios, civilização encontrada na região sul da Mesopotâmia

(VICTORINO, 2007).

A disponibilidade da água no planeta não é homogênea, sendo 97,5% dela salgada, e da parcela de água doce, 68,9% encontram-se nas geleiras, calotas polares ou em regiões montanhosas, 29,9% na forma subterrânea, 0,9% compõe a umidade do solo e dos pântanos, e apenas 0,3% constitui a porção superficial de água doce presente em rios e lagos, sendo essa destinada para consumo humano e dessedentação animal (COELHO, 2012).

A distribuição da água doce não é uniforme, pois sua divisão depende essencialmente dos ecossistemas que compõem o território de cada país. Nesta conjuntura algumas regiões podem ser caracterizadas em situação de estresse hídrico, que ocorre quando a demanda por água e o consumo médio por habitante superam a oferta, a quantidade e a capacidade de distribuição de água existente em uma determinada localidade (COELHO, 2012).

O Brasil é um país privilegiado em termos de quantidade de água disponível, pois recebe uma abundante pluviometria que varia sobre mais de 90% do seu território, entre 1.000 e mais de 3.000 mm/ano. Entretanto, algumas localidades sofrem com a dificuldade de abastecimento, como a região Nordeste e até mesmo algumas cidades da região Norte, apesar de esta possuir cerca de 80% das descargas de água doce dos rios brasileiros (REBOUÇAS, 2003). A região Amazônia, por exemplo, possui a maior bacia fluvial do mundo e é a região menos habitada do país (GOMES, 2011; LARINI & SANTOS, 2015).

O aumento da demanda por água potável somado ao

crescimento das cidades, à impermeabilização dos solos, à degradação da capacidade produtiva dos mananciais, à contaminação das águas e ao desperdício, conduz a um quadro preocupante em relação à sustentabilidade do abastecimento público (BRASIL, 2006).

O grande problema da qualidade da água é a poluição, principalmente nos trechos de áreas urbanas, com indústrias e áreas com intensa atividade agrícola, onde se utiliza grande quantidade de água para irrigação, além do uso de fertilizantes e inseticidas que degradam a qualidade da água e causam a eutrofização de lagos, rios e represas (TUNDISI, 2008).

No Brasil, mais de 90% dos esgotos domésticos e cerca de 70% dos efluentes industriais são lançados diretamente nos corpos d'água, sem qualquer tipo de tratamento (BRASIL, 2006). Fator esse acarretado pela crescente urbanização, que exige uma grande necessidade do gerenciamento das águas urbanas, em especial as subterrâneas (VILLAR, 2007).

Os recursos hídricos subterrâneos apresentam-se como uma importante fonte de abastecimento de água, sendo importante levar em conta a sua conservação e preservação, bem como, ter conhecimento da sua qualidade. O uso das águas subterrâneas no mundo tem aumentado significativamente, porém, em alguns casos, indica potencial condição de risco pois algumas fontes subterrâneas se localizam em zonas com alto estresse hídrico (VILLAR, 2007). Segundo Foster e Chilton (2004), o uso destas águas em ambiente urbano precisa ser racionalizado, considerando-se a qualidade exigida pelos usos e os potenciais serviços ambientais prestados pelo meio hidrogeológico, possibilitando estratégias de uso privado da água, disposição de

efluentes e reuso da água.

No Brasil, aproximadamente 61% da população é abastecida com águas subterrâneas para fins domésticos, utilizando poços rasos ou profundos (ANA, 2005). Normalmente, o uso de águas subterrâneas advindas de poços rasos muitas vezes é feito principalmente pela população menos favorecida (NASCIMENTO & BARBOSA, 2005).

As águas subterrâneas são atualmente a principal fonte de abastecimento de água para o consumo humano (LINHARES, 2012). No Norte do país, em especial no estado de Rondônia até 2014, grande parte das residências utilizavam poços para abastecimento (BRASIL, 2016). Somente na capital, Porto Velho, 52% da população faz uso de poços (RODRIGUES et al., 2014).

Métodos e Técnicas

Área de Estudo

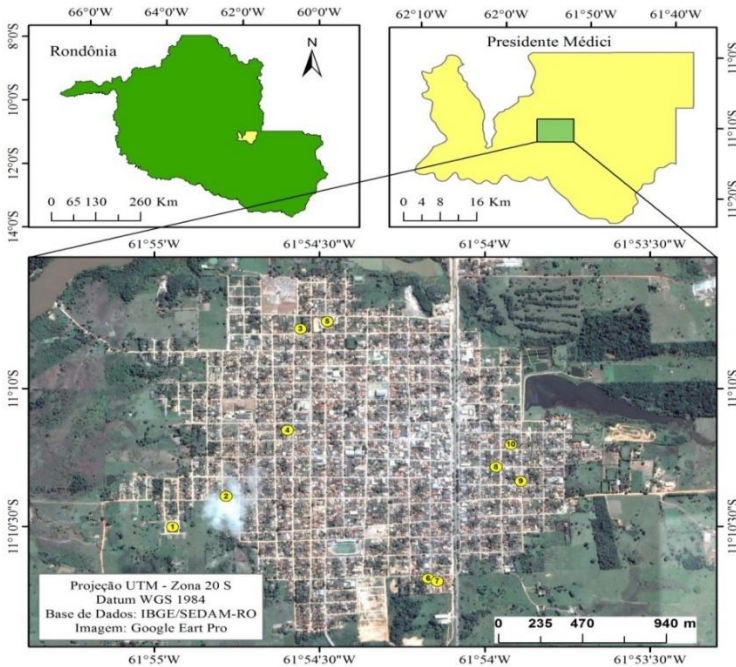
O município de Presidente Médici - RO possui 1.758. 465 Km². Sua população estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística em 2017 era de aproximadamente 24 466 habitantes, sendo 14 630 habitantes na zona urbana e 9 836 na zona rural (IBGE, 2017). O município está localizado na bacia hidrográfica do Rio Machado, fonte de captação d'água pela Companhia de Saneamento de Rondônia (CAERD), para o abastecimento do município.

No ano de 2014 iniciou-se a construção do sistema de saneamento básico, mas até a realização do presente trabalho, este ainda não estava em operação. Assim, 100% do esgoto doméstico eram depositados em fossas negras. Portanto, com o intuito de se conhecer a qualidade da água consumida pelos moradores do município que não utilizavam água tratada, foram selecionados 10 poços rasos com profundidade média de 8 metros. A obtenção das coordenadas de cada poço (Tabela 1), foi feita com auxílio do *Global Position System* (GPS), marca Garmin, modelo etrex, dentro do perímetro do município (Figura 1).

Tabela 1: Localização dos poços amostrados.

Bairros	Coordenadas	Poços
Cunha e Silva	11°10'30.2"S 61°54'56.7"W	1 e 2
Ernandes Gonçalves	11°09'47.0"S 61°54'33.5"W	3, 4 e 5
Centro	11°10'41.4"S 61°54'10.3"W	6, 7 e 8
Lino Teixeira	Alves 11°10'20.2"S 61°53'53.5"W	9 e 10

Figura 1: Mapa de localização dos poços no município de Presidente Médici-RO.



Fonte: Google Earth (2015).

Amostragem

As coletas em cada ponto foram realizadas mensalmente em todos os poços amostrados no período de setembro de 2015 a junho de 2016.

Para tanto, foram utilizados recipientes de vidro com tampa de rosca, previamente higienizados, seguindo o Manual de

Orientações Técnicas da Fundação Nacional da Saúde (FUNASA, 2014). Após a coleta, as amostras foram armazenadas em caixa térmica e transportadas para o Laboratório de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas (LAFQM), da Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Campus de Presidente Médici.

Análises físico-químicas

A temperatura da água foi determinada *in loco* com auxílio de um termômetro de mercúrio graduado (0,1°C). O oxigênio dissolvido (OD), o potencial hidrogeniônico (pH) e a condutividade foram estabelecidos com uso de sonda Multiparametros SENSODIRECT 150. A quantificação do nitrito (NO_2^{-1}) e alcalinidade foi realizada através de colorímetro MULTIDIRECT LOVIBOND, e a turbidez foi determinada com turbidímetro eletrônico, modelo HTU-953, HOMIS.

Análise Estatística

Os resultados das amostras obtidas foram submetidos à ANOVA (*Analisis of Variance*) e teste de Tukey para verificar se os dados obtidos diferiam estatisticamente nos períodos de sazonalidade.

Estabeleceu-se como hipótese nula (H_0) que os parâmetros não diferem entre os períodos de seca e chuva, e como hipótese alternativa (H_1), que os valores encontrados diferem entre os

períodos. O critério de decisão foi baseado em um nível de significância (α) de 0,05. Empregou-se o programa PAST.

Resultados e Discussão

A coleta dos poços 5 e 6 não ocorreu nos meses de abril, maio e junho de 2016, pois no primeiro houve troca de abastecimento, passando a residência a receber água da Companhia de Água e Esgoto (CAERD), e no segundo, por ser imóvel de aluguel, não se encontravam moradores nesses meses, impossibilitando as coletas.

A discussão dos dados apresentados tem como referência principalmente a Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX do Ministério da Saúde, que dispõe sobre os padrões físico-químicos da água potável (BRASIL, 2017). A avaliação da qualidade da água, constitui uma informação de grande importância para gestão e sua adequabilidade. Os valores médios das variáveis analisadas são apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2: Média e desvio padrão dos parâmetros limnológicos da água dos poços de 1 a 5.

Parâmetros	Poços				
	1	2	3	4	5
T (°C)	28,95 (±0,86)	29,2 (±0,92)	29,20 (±1,60)	28,15 (±1,16)	21,37 (±14,80)
OD (mg.L ⁻¹)	8,11 (±4,21)	6,81 (±2,84)	5,88 (±3,76)	6,92 (±3,48)	4,54 (±3,57)
pH	5,52 (±0,66)	4,86 (±0,78)	5,10 (±0,67)	4,76 (±0,75)	3,25 (±2,29)
Cond. (μS.cm ⁻¹)	138,83 (±8,79)	160,58 (±25,80)	148,90 (±48,91)	126,45 (±48,08)	111,66 (±81,77)
NO ₂ ¹⁻ (mg.L ⁻¹)	0,03 (±0,08)	0,11 (±0,24)	0,02 (±0,04)	0,04 (±0,06)	0,02 (±0,05)
Alc. (mg.L ⁻¹)	15,10 (±27,25)	8,10 (±7,98)	16,80 (±37,43)	8,70 (±10,53)	7,0 (±10,47)
Turb. (UNT)	0,87 (±1,01)	1,68 (±1,10)	0,42 (±0,62)	3,29 (±8,91)	0,38 (±0,87)

Onde: T = Temperatura, OD = Oxigênio dissolvido, pH = Potencial hidrogeniônico, Cond. = Condutividade elétrica, NO₂¹⁻ = nitrito, Alc. = Alcalinidade, Turb. = Turbidez.

Tabela 3: Média e desvio padrão dos parâmetros limnológicos da água dos poços de 6 a 10.

Parâmetros	Poços				
	6	7	8	9	10
T (°C)	29,87 (±1,69)	28,56 (±0,45)	29,8 (±1,87)	29,52 (±1,38)	28,46 (±0,81)
OD (mg.L ⁻¹)	7,3 (±4,88)	6,63 (±3,85)	5,47 (±1,94)	6,55 (±3,00)	6,52 (±2,96)
pH	5,30 (±0,30)	4,88 (±0,95)	5,56 (±0,68)	5,53 (±0,55)	5,64 (±0,57)
Cond. (µS.cm ⁻¹)	173,41 (±10,63)	161,48 (±18,82)	163,33 (±8,71)	156,60 (±25,29)	160,83 (±25,27)
NO ₂ ¹⁻ (mg.L ⁻¹)	0,13 (±0,28)	0,05 (±0,06)	0,10 (±0,11)	0,09 (±0,12)	0,08 (±0,18)
Alc. (mg.L ⁻¹)	15,85 (±11,17)	6,60 (±9,02)	20,40 (±34,86)	10,53 (±13,71)	4,10 (±8,67)
Turb. (UNT)	0,52 (±0,90)	0,23 (±0,49)	0,06 (±0,21)	2,83 (±6,43)	1,13 (±3,59)

Onde: T = Temperatura, OD = Oxigênio dissolvido, pH = Potencial hidrogeniônico, Cond. = Condutividade elétrica, NO₂¹⁻ = nitrito, Alc. = Alcalinidade, Turb. = Turbidez.

Temperatura

Foi encontrada diferença significativa nos valores da temperatura entre os meses de seca e chuva. As amostras obtidas nos meses chuvosos apresentaram temperaturas menores em relação aos meses de seca. O maior valor obtido foi de 35°C no poço 8 em outubro/2015 e junho/2016, a maior média foi no mês

de outubro/2015, chegando a 30,6 °C, sendo esse período considerado de seca na região.

Nossos resultados corroboram com Rodrigues (2008), em estudo realizado no município de Porto Velho-RO, no qual identificou que valores de temperatura da água de poços na região Amazônica não sofre grandes variações em seus diferentes pontos de coleta, sendo sua média de 29°C, variando entre 25° e 33°C.

A legislação da potabilidade da água não apresenta valores de referência para a temperatura. No entanto, a temperatura exerce influência na velocidade das reações químicas, nas atividades metabólicas dos organismos e na solubilidade de substâncias. Em relação às águas para consumo humano, temperaturas elevadas aumentam as perspectivas de rejeição ao uso (BRASIL, 2014). Águas subterrâneas captadas a grandes profundidades frequentemente necessitam de unidades de resfriamento a fim de adequá-las ao abastecimento (BRASIL, 2014).

A temperatura é um fator muito importante por também influenciar na solubilidade do O₂ (FIORUCCI & BENEDETTI FILHO, 2005). De acordo com Paludo (2014), analisando a qualidade da água em poços artesianos no município de Santa Clara do Sul, no Rio Grande do Sul, observou que em meses mais quentes as atividades microbiológicas aumentavam. Já nos meses de temperatura mais baixa não foram observadas quantidades significativas de agentes microbiológicos.

Oxigênio Dissolvido (OD)

Em relação ao OD, foi encontrada diferença significativa entre os meses de chuva e seca. Assim, nos meses chuvosos a quantidade de OD foi maior, particularmente quando houve alto índice pluviométrico, como nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2016. Não há estipulação para valores de OD na legislação vigente.

O maior valor encontrado foi no mês de fevereiro com 19,5 mg.L⁻¹ poço 1, seguido do mês de janeiro com 11 mg.L⁻¹ no poço 4. As águas consideradas adequadas para consumo humano, normalmente, apresentam altos teores de OD, e no caso das águas subterrâneas, é comum uma menor concentração em relação às águas superficiais em canais abertos (FERREIRA et al., 2015).

Teores baixos de OD na água de poços podem indicar contaminação por infiltração de resíduos orgânicos nos reservatórios. Por outro lado, Nunes et al., (2012) relataram que valores baixos de OD em águas de poços não oferecem necessariamente risco à saúde de seus usuários. Baixos valores de OD são característicos das águas naturais da região de Ji-Paraná, município próximo a Presidente Médici, tanto em águas subterrâneas quanto superficiais, e muitas vezes, não expressam contaminação por material orgânico (NUNES et al., 2012).

O aumento do OD é associado à ocorrência de chuvas, cujas águas diluem os esgotos lançados e aumentam a turbulência de fluxo, propiciando uma maior oxigenação da água (FRANCA et al., 2006). Já menores valores de OD costumam ser observados nos meses de pluviosidade baixa. O Oxigênio Dissolvido é o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição por lançamentos orgânicos, pois define a eficiência dos processos, de forma que quanto maior a atividade bacteriana para consumir

matéria orgânica, menor será a quantidade de OD na água (MATOS & FERREIRA, 2012).

Potencial Hidrogeniônico (pH)

Os valores do pH para todos os poços analisados apresentaram condição ácida, com o menor valor 3,7 no poço 2 em setembro/2016 e maior valor no poço 10 com 6,8 no mês de março/2017. O valor do pH influi na distribuição das formas livre e ionizada de diversos compostos químicos, contribui para um maior ou menor grau de solubilidade das substâncias, além de definir o potencial de toxicidade de vários elementos (BRASIL, 2006). Em águas de abastecimento, baixos valores de pH podem contribuir para sua corrosividade e agressividade, enquanto valores elevados aumentam a possibilidade da ocorrência de incrustações (BRASIL, 2006).

A atual legislação de potabilidade da água no Brasil, recomenda no sistema de distribuição, uma faixa de pH de 6,0 a 9,5, mas não apresenta valores para águas subterrâneas. Manoel Filho e Feitosa (2000), destacam que a maioria das águas subterrâneas tem pH entre 5,5 e 8,5 e, em casos excepcionais, pode variar entre 3 e 11. Em estudo realizado por Silva (2002) com poços rasos em Itaguaí, no Rio do Janeiro, as águas subterrâneas também foram classificadas como ácidas, levando em conta a localização dos poços, próximo às fossas, bem como a presença de poluição orgânica que, por sua vez, pode provocar diminuição do pH. As amostras aqui analisadas não apresentaram diferenças significativas em relação à sazonalidade para esse parâmetro.

Turbidez

A legislação vigente estabelece para esse parâmetro 5 UNT (Unidades Nefelométricas de Turbidez) como valor máximo de turbidez permitido para a potabilidade da água para consumo humano. Os valores de turbidez encontrados em 3 poços apresentaram valores elevados, como o poço 4, valor de 28,5 UNT em abril/2016, o poço 10 em setembro/2015 com 11,3 UNT e o poço 9 nos meses de maio e junho/2016 com valores de 7,3 UNT e 20,0 UNT respectivamente.

Esses valores podem ser explicados pela localidade dos poços, construídos a montante das fossas sépticas. Altos valores de turbidez podem ser explicados provavelmente por más condições de proteção nos poços, como tampas danificadas, espaços entre a tampa e a alvenaria acima do solo, de forma que pode haver carreamento de materiais orgânicos e sedimentos para o interior do poço (OLIVEIRA et al., 2015). Estudos realizados por Silva e Araújo (2003), com poços em Feira de Santana-BA, observaram que os mais profundos apresentaram maior turbidez que os mais rasos. Em águas subterrâneas normalmente não apresentam problemas de excesso de turbidez, alguns casos, águas ricas em íons ferro podem apresentar uma elevação de sua turbidez quando entram em contato com o oxigênio do ar (CORCÓVIA & CELLIGOI, 2012). Não houve diferença significativa em relação à sazonalidade.

Nitrito (NO₂⁻)

Segundo a legislação, o valor máximo permitido para o nitrito é 1 mg.L^{-1} . Os poços analisados não ultrapassaram esse limite. O nitrito não apresentou valores significativamente distintos entre os períodos de chuva e seca. O valor mais alto foi encontrado no período chuvoso: $0,9 \text{ mg.L}^{-1}$, no mês de fevereiro/2016, no poço 2. O nitrito é composto nitrogenado encontrado no solo naturalmente, mas alguns procedimentos podem alterar suas concentrações no meio ambiente em áreas urbanas e rurais, com o uso de fertilizantes, esgotos domésticos, águas residuárias industriais e comerciais (BAIRD & CANN, 2011; SILVA & BROTTTO, 2014).

Alcalinidade

A legislação brasileira de potabilidade da água não apresenta valor limite para esse parâmetro. Os valores obtidos apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os meses analisados com os maiores valores observados nos meses de junho com 122 mg.L^{-1} no poço 3, em fevereiro com 117 mg.L^{-1} no poço 8 e em outubro com 89 mg.L^{-1} . A alcalinidade é a concentração total de bases tituláveis presentes na água e tem a unidade de medida expressa em equivalentes de carbonato de cálcio ($\text{mg CaCO}_3.\text{L}^{-1}$). Pode-se dizer que a alcalinidade mede a capacidade da água de neutralizar os ácidos, sendo essa medida de fundamental importância durante o processo de tratamento da água, pois é em função do seu teor que se estabelece a dosagem dos produtos químicos utilizados (BRASIL, 2014).

A maioria das águas naturais apresenta valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg.L^{-1} de CaCO_3 (Brasil, 2014).

A distribuição das formas de alcalinidade na água é em relação ao pH que as classificam em $\text{pH} > 9,4$ hidróxidos e carbonatos; pH entre 8,3 e 9,4 carbonatos e bicarbonatos; pH entre 4,4 e 8,3 apenas bicarbonatos (BRASIL, 2014). Como nossos resultados mostraram poços com pH menor que 6, a alcalinidade seria representada principalmente por bicarbonatos.

Embora este parâmetro não tenha significado sanitário para água potável, em elevadas concentrações confere um gosto amargo à água, portanto, é uma determinação importante no controle do tratamento da água (DA VEIGA, 2006).

Houve diferença significativa entre os períodos de chuva e seca para esse parâmetro, sendo os valores menores no período chuvoso.

Condutividade Elétrica

Não existe um valor máximo estabelecido na legislação brasileira para o parâmetro da condutividade elétrica (CE) em água potável. Nossos resultados mostraram que todas as amostras estiveram com valores acima de $100 \mu\text{S}/\text{cm}$. Não houve diferença significativa entre o período de seca e chuva para CE. O maior valor encontrado foi de $195,9 \mu\text{S}/\text{cm}$ em janeiro/2016 no poço 3, e o menor foi no poço 5 em fevereiro/2016, com $101,1 \mu\text{S}/\text{cm}$. Em estudo realizado por Lima (2012) com água de poços artesanais, o autor classificou a água como de baixa salinidade, com condutividade elétrica variando de 100 a $250 \mu\text{S}/\text{cm}$.

A condutividade elétrica está diretamente relacionada com

a presença de espécies iônicas dissolvidas. Assim, quanto maior a concentração de íons numa água, maior será a sua condutividade elétrica (LIMA, 2012), ou seja, capacidade de conduzir eletricidade (FREITAS et al., 2016). De acordo o Ministério da Saúde, nas fontes de águas naturais são encontrados teores de condutividade na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, já em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar até 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (BRASIL, 2006). Capp et al. (2012) realizaram estudos com poços rasos e encontram níveis de CE elevados com o maior valor de 3838,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na cidade de Anastácio no estado de Mato Grosso do Sul.

Conclusões

A sazonalidade teve interferência em apenas três parâmetros: temperatura, oxigênio dissolvido e alcalinidade.

Dentre os parâmetros abordados na legislação, a turbidez apresentou valores excedentes ao permitido em quatro amostras.

Com algumas exceções, os valores em geral indicaram adequabilidade, do ponto de vista físico-químico, das águas analisadas para consumo humano.

Recomenda-se a filtração para garantir a retenção de partículas e reduzir a turbidez.

A água tratada ainda é o método mais seguro para a população, pois abrange também características microbiológicas para sua potabilidade.

Referências

BAIRD, C.; CANN, M. *Química Ambiental*. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BLANK, DAIANE EINHARDT; VIEIRA, JULIANA GUERRA. Caracterização físico-química e microbiológica de água de poços rasos do bairro Três Vendas, Pelotas-RS. *VETOR - Revista de Ciências Exatas e Engenharias*, v. 24, p. 2 - 17, 2014.

BRASIL. Secretaria de Recursos Hídricos. Ministério do Meio Ambiente – *Água: manual de uso*. Brasília – DF, 2006.

BRASIL. *Portaria 2.914*. Ministério do Estado da Saúde - MS. Norma de qualidade da água para consumo humano. Portaria nº 2.914, D.O.U. de 14/12/11, República Federativa do Brasil, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de orientações técnicas para elaboração de propostas para o programa de melhorias sanitárias domiciliares*. Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Funasa, 2014. 44p.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Portaria de consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017*. Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Funasa, 2017. 926p.

CAPP, N.I; AYACH, L. R.; SANTOS, T. M. B; GUIMARÃES, S. T. L. Qualidade da água e fatores de contaminação de poços rasos na área urbana de Anastácio (MS). *Geografia Ensino & Pesquisa*, v. 16, p. 77 - 92, 2012.

COELHO, M. R. *Consumo Sustentável XI: água*. 2012.

Disponível em:
<<http://www.mariarachelcoelho.com.br/verArtigo.asp?id=200>>.
Acesso em: 02/08/2018.

CORCÓVIA, J. A.; CELLIGOI, A. Avaliação preliminar da qualidade da água subterrânea no município de Ibiporã-PR. *Revista de Estudos Ambientais*, v. 14, p. 39 - 48, 2012.

DANIELOPOL, D. L. Present state and future prospects for groundwater ecosystems. *Environmental Conservation*, v. 30, p. 104 - 130, 2003.

DA VEIGA, G. *Análises físico-químicas e microbiológicas de água de poços de diferentes cidades da região sul de Santa Catarina e efluentes líquidos industriais de algumas empresas da grande Florianópolis*. 2006. 55f. Tese (Graduação em Química). Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Físicas e Matemáticas. Florianópolis, 2005.

FERREIRA, A. C.; ROCHA, L. C.; DO AMARAL F. M.. Análise do Índice De Qualidade de Água na Bacia do Córrego do Rio Acima, São João Del-Rei/MG. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, v. 3, n. 15, 2015.

FIORUCCI, A. R.; BENEDETTI FILHO, E. A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos. *Química Nova na Escola*, n. 22, p. 10-16, 2005.

FRANCA, R. M.; FRISCHKORN, H.; SANTOS, M. R. P.; MENDONÇA, L. A. R. BESERRA, M. C. Contaminação de poços tubulares em Juazeiro do Norte-CE. *Engenharia Sanitaria Ambiental*, v. 11, n. 1, p. 92 - 102, 2006.

FOSTER, S. S. D.; CHILTON, O. J. Downstream of downtown: urban wastewater as groundwater recharge. *Hydrogeology Journal*, n. 12, p. 115 - 120, 2004.

GOMES, M. A. F. *Água: sem ela seremos o planeta marte de amanhã*. Embrapa, 2011. Disponível em: <http://webmail.cnpma.embrapa.br/down_hp

/464.pdf>. Acesso em: 08/08/2018.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Dados gerais do município*. 2016.

LAUTHARTTE, L. C.; HOLANDA, I. B. B.; LUZ, C. C.; MUSSY, M. H.; PANSINI, S.; MANZATO, A. G.; YAMASHITA, M.; BASTOS, W. R. Avaliação da qualidade da água subterrânea para consumo humano: estudo de caso no distrito de Jaci-Paraná, Porto Velho–RO. *Águas Subterrâneas*, v. 30, p. 246 - 260, 2016.

LARINI, M. M.; SANTOS, M. M. Região Metropolitana de Londrina - PR e a gestão dos recursos hídricos: comparativo da utilização das águas subterrâneas e dos mananciais superficiais para o abastecimento público. *Ciência Geográfica*, v. 19, p. 24 - 39, 2015.

LIMA, J. O. G. *Os sólidos totais dissolvidos (STD) e a Condutividade Elétrica (CE) nas águas de poços do município de Crateús-CE*. In: VII CONNEPI - Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. 2012. 7 p.

LINHARES, F. M. *Vulnerabilidade intrínseca e risco de*

contaminação do aquífero livre da bacia hidrográfica do rio Gramame - PB. 2012. 91p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

MATOS, D. J. O.; FERREIRA, H. A. *Qualidade físico-química da água utilizada no abastecimento de Rio Verde - GO. p.1-14, 2012.*

MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, E. C. J. GEILSON, D. *Hidrogeologia: conceitos e aplicações. 2º ed. Fortaleza: CPRM/REFO. LABHID-UFPE. 391p. 2000.*

NAGARAJAN, R.; RAJMOHAN, N.; MAHENDRAN, L.; SENTHAMILKUMAR, S. Evaluation of groundwater quality and its suitability for drinking and agricultural use in Thanjavur city, Tamil Nadu, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 171, p. 289 - 308, 2010.

NASCIMENTO, S. A. M.; BARBOSA, J. S. F. Qualidade da água do aquífero freático no alto cristalino de Salvador, Bacia do Rio Lucaia. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 35, p.543 - 550, 2005.

NUNES, M. L. A.; GOMES, J. B.; WEBLER, A. D.; ANDRADE, L. R.; MARCHETTO, M. Comprometimento da qualidade da água subterrânea por nitratos. *Nucleus*, v. 9, p. 63 - 72, 2012.

OLIVEIRA, G. A. Avaliação da qualidade da água subterrânea: estudo de caso de Vilhena–RO. *Águas Subterrâneas*, v. 29, p. 213 - 223, 2015

PALUDO, D. *Qualidade da água nos poços artesanais do município de Santa Clara do Sul*. UNIVATES. Lajeado, p.75, 2014.

PEREIRA, A. A. S.; MACEDO, L. R.; SILVA, A. M.; SANTOS, A. A. Avaliação da qualidade da água do Ribeirão São João, em Campo Belo Minas Gerais, sob interferência do efluente tratado do abate de bovinos e suínos. *Natureza On Line*, v. 13, p. 101-105, 2015.

REBOUÇAS, A. C. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. *Bahia Análise & dados*, v. 13, p. 341-345, 2003.

RODRIGUES, R. V.; CORVELO, T. C.; FERRER, M. T. Seropre valence of Helicobacter pylori infection among children of different socioeconomic levels in Porto Velho, State of Rondônia. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 40, p. 550 - 554, 2008.

RODRIGUES, E. R. D.; HOLANDA, I. B. B.; CARVALHO, D. P.; BERNARDI, J. V. E.; MANZATTO, A. G.; BASTOS, W, R. Distribuição espacial da qualidade de água subterrânea na área urbana da cidade de Porto Velho, Rondônia. *Scientia Amazonia*, v. 3, p. 97 - 105, 2014.

SILVA, R. L. B. *Contaminação de poços rasos no bairro Brisamar, Ítaqui, RJ, por derramamento de gasolina: concentração de btex e avaliação da qualidade da água consumida pela população*. 2002. 182 f. Tese (Doutorado em Ciências na área de Saúde Pública). Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.

SILVA, L. C. M.; BROTTTO, M. E. *Nitrato em Água: Ocorrência*

e Consequências. 2014. [on-line]. Disponível em: <http://www.creasp.org.br/biblioteca/teses_e_artigos/nitrato-em-agua-ocorrencia-e-consequencias/>. Acesso em: 02/08/2018.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. *Estudos avançados*, v. 22, p. 7 - 16, 2008.

VICTORINO, C. J. A. *Planeta água morrendo de sede: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos*. EDIPUCRS, 2007. 231p.

VILLAR, P. C. A gestão internacional dos recursos hídricos subterrâneos transfronteiriços e o Aquífero Guarani. *Revista de Gestão de Águas da América Latina*, v. 4, p. 63 - 74, 2007.

AVALIAÇÃO DO IMPACTO ANTRÓPICO NA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO ANTA ATIRADA, MUNICÍPIO DE ROLIM DE MOURA

*Geremias Dourado da CUNHA
David Braga de CASTRO
Andressa Viana SANTOS
Jerri Adriano Vieira LIMA
Rosalvo STACHIW*

Introdução

A qualidade da água está diretamente relacionada com o tipo de ocupação das áreas de uma bacia hidrográfica. Em áreas de ocupação urbana pode ocorrer contaminação por depósitos irregulares de resíduos sólidos e por lançamentos de esgotos, influenciando na qualidade da água a ser disponibilizada para a população, ou em rios que passam por dentro das cidades (LIMA et al., 2018).

Sua utilização pela humanidade visa a atender suas necessidades pessoais, atividades econômicas e sociais. No entanto, esta diversificação de usos, quando realizada de maneira inadequada, pode provocar diversas alterações na qualidade e quantidade da água, comprometendo os recursos hídricos e por consequência, seus usos para os diversos fins (DE SOUZA et al., 2014).

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei Federal nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997, que criou também o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, tem como objetivo assegurar água de qualidade e em disponibilidade suficiente para as atuais e futuras gerações, através do uso racional e integrado, na prevenção e na defesa dos recursos hídricos.

E neste aspecto de disponibilidade dos recursos hídricos, o município de Rolim de Moura tem como representantes Hidrográficos, os rios: Anta Atirada, Pardo, Palha, Bamburro e Rio Rolim de Moura, sendo ainda recortado por centenas de igarapés e outros córregos. De maneira geral, a rede Hidrográfica pertence à bacia do rio Machado.

O Rio Anta Atirada tem grande relevância para o município, uma vez que acima da cidade, sua água é utilizada para consumo e dessedentação de animais. Ele percorre aproximadamente 4 km dentro da cidade, e nesta parte de seu percurso, ele acumula uma série de poluentes oriundos de ações antrópicas que podem afetar todo o seu curso até chegar ao Rio Machado. Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo a avaliação da qualidade da água do Rio Anta Atirada no trecho correspondente à área urbana do município de Rolim de Moura-RO, durante o período de outubro de 2015 e agosto de 2018, buscando obter informações que contribuam no planejamento conservacional deste importante recurso natural.

Material e métodos

O estudo foi realizado na sub-bacia do Rio Anta Atirada que é um afluente da margem esquerda do Rio São Pedro, tributário do Rio Machado e drena toda área do município de Rolim de Moura, que apresenta área de 1.457.888 Km² (IBGE, 2013).

A região apresenta clima classificado como Tropical Monção (Am), quente e úmido, com média pluviométrica anual de 2300 mm.ano⁻¹ e temperatura média anual de 26 °C (ALVARES et al., 2014)

Para determinar a qualidade da água foram feitas duas coletas em cada um dos seis pontos distribuídos. A primeira coleta foi realizada no mês de outubro do ano de 2015, período denominado como águas baixas e a segunda foi realizada no mês de agosto do ano de 2018. O primeiro ponto localiza-se na entrada da cidade, enquanto o segundo, o terceiro, o quarto e o quinto foram espalhados aleatoriamente na área urbana. E por fim, o sexto ponto foi demarcado no final do perímetro urbano.

Ao todo foram coletadas 12 amostras de 500 ml, do tipo simples, de vidro com tampa de pressão. Foram realizadas duas análises, sendo seis amostras para cada análise. A metodologia utilizada seguiu as normas do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012).

Os parâmetros foram: pH, dureza, nitrato, nitrito e termotolerantes. As análises foram realizadas no laboratório de águas da UNIR, via métodos titulométricos e em equipamentos analíticos da própria instituição.

A análise microbiológica foi determinada através de KIT *Colitag*, que atende instruções da Portaria do Ministério da Saúde nº. 2.914/2011 (BRASIL, 2011). Assim, ao reagente é adicionado a 100 ml de amostra de água e, depois de leve homogeneização, que é incubado a 35°C por 24 horas.

Os resultados da qualidade da água encontrados foram avaliados de acordo com os parâmetros estabelecidos pela resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005), levando em consideração as classes de enquadramento dos cursos d'água. E também foram comparados com a resolução CONAMA 430/2011 (BRASIL, 2011).

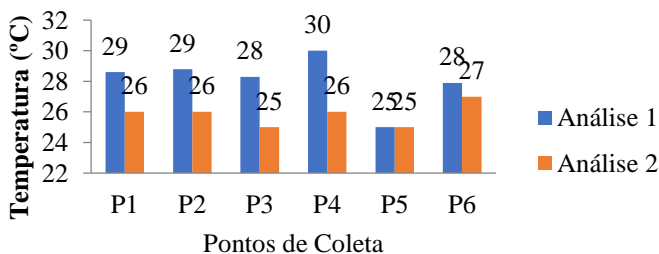
Foram selecionados 12 voluntários para responder a um questionário de questões abertas, referente à qualidade de água do Rio Anta Atirada, bem como suas perspectivas acerca da possibilidade de recuperação do referido rio. O questionário consistiu de perguntas referentes à escolaridade e tempo de moradia, conhecimento sobre o rio e poluição. Para selecionar os voluntários, consideraram-se as residências mais próximas dos pontos de coletas e conseqüentemente do rio, além da disponibilidade de responder o questionário.

Os dados do questionário foram tabulados e organizados de acordo com as respostas que apresentavam semelhanças e, posteriormente apresentados em percentuais para cada resposta.

Resultados e Discussão

No momento das coletas a temperatura foi quantificada no curso do rio e apresentou variações entre 25 a 30°C, em ambos os períodos de coletas, sendo uma média de 27°C. Deve-se destacar também que as menores temperaturas foram observadas na segunda coleta de análise (Figura 1).

Figura 1: Variação da Temperatura no curso do Rio Anta, no mês de outubro de 2015 (análise 1) e agosto de 2018 (análise 2). Legenda: P1: Rodovia 383, sentido Santa Luzia; P2: próximo à Pista de Cart; P3: Avenida 7 de Setembro; P4: próximo à Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Maria Comadoli Lira; P5: próximo à Pré-Escola Balão Mágico; P6: final do perímetro urbano a jusante.



A temperatura pode ser considerada um importante parâmetro de modificação da qualidade da água, pela influência direta sobre o metabolismo dos organismos aquáticos e pela relação com os gases dissolvidos (DA SILVA et al., 2010).

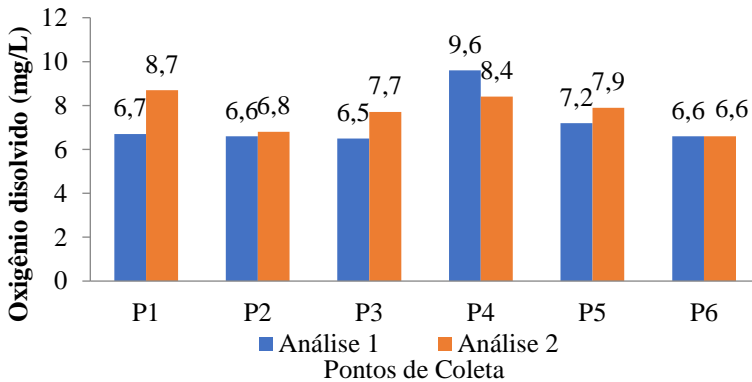
Embora seja em área urbana, nos pontos onde foram coletadas as amostras, havia cobertura na margem do rio, com predominância de capim colônia (*Panicum maximum* Jacq CV) o que pode minimizar a intensidade luminosa no local.

Os valores quantificados de O.D foram considerados satisfatórios nas duas coletas, com valores entre 6,5 e 9,6 mg.L⁻¹. E embora haja evidências de lançamento de esgotos na água, e lixos em geral, a quantidade de Oxigênio Dissolvido dos dois períodos de coleta, permaneceu dentro das condições sugeridas pela Resolução 357/2005 do CONAMA que estabelece o valor mínimo de 6 mg.L⁻¹.

Observa-se também que em águas correntes, sob circunstâncias normais, a concentração de Oxigênio Dissolvido varia ao longo do rio, devido as alterações em suas características ambientais e em consequência das condições climáticas (SILVA et al., 2008).

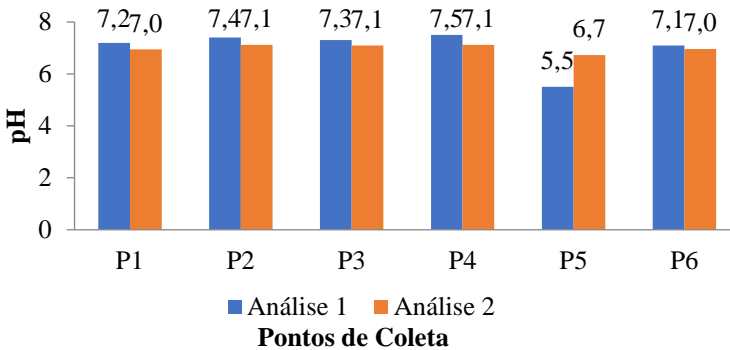
Deve-se ressaltar ainda, que na coleta realizada durante o mês de outubro de 2015, a média de OD dos pontos foi de 7,2 mg.L⁻¹, enquanto no mês de agosto de 2018 foi de 7,6 mg.L⁻¹, esta diferença pode estar relacionada ao período de coleta da água, intensidade luminosa e à variação de temperatura entre os pontos (Figura 2).

Figura 2: Variação do Oxigênio Dissolvido no curso do Rio Anta, no mês de outubro de 2015 (análise 1) e agosto de 2018 (análise 2). Legenda: P1: Rodovia 383, sentido Santa Luzia; P2: próximo à Pista de Cart; P3: Avenida 7 de Setembro; P4: próximo à Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Maria Comadoli Lira; P5: próximo à Pré-Escola Balão Mágico; P6: final do perímetro urbano a jusante.



O pH em ambas as coletas apresentou pouca variabilidade espacial quando comparado os pontos em cada análise, porém merece destaque para ambas as análises, o ponto 5 (Figura 3), que se apresentou levemente ácido nos dois períodos coletados, e nos demais pontos que apresentaram próximos da neutralidade, sendo levemente básico.

Figura 3:Variação do pH no curso do Rio Anta, no mês de outubro de 2015 (análise 1) e agosto de 2018 (análise 2).Legenda: P1: Rodovia 383, sentido Santa Luzia; P2: próximo à Pista de Cart; P3: Avenida 7 de Setembro; P4: próximo à Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Maria Comadoli Lira; P5: próximo à Pré-Escola Balão Mágico; P6: final do perímetro urbano a jusante.

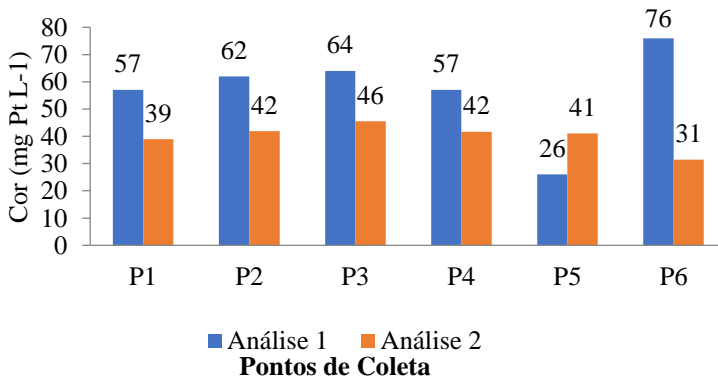


Estes valores de pH estão dentro do intervalo de aceitação e da Resolução 357 do CONAMA, embora estes valores possam oscilar no percurso do rio.

Os valores da cor oscilaram entre 2015 e 2018, no período da primeira análise os valores encontrados foram maiores que na segunda análise (Figura 4). O mês de outubro culmina com o início das chuvas, o que pode influenciar nos elevados valores da cor quando comparados com os valores da segunda análise e mesmo assim, apenas o ponto de coleta 6, encontra-se levemente

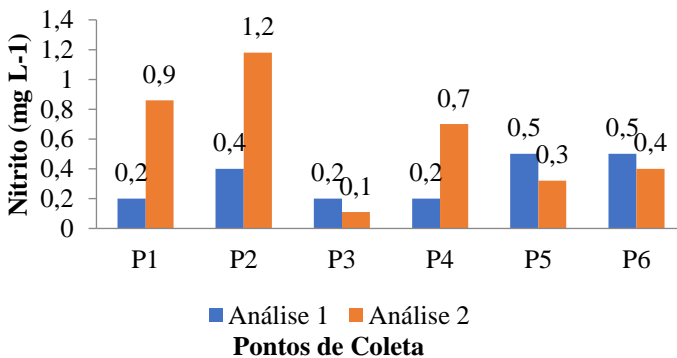
acima dos limites estabelecidos pela Resolução 357/2005 do CONAMA, que estabelece valor máximo de 75 mg Pt L⁻¹ para o parâmetro cor.

Figura 4: Variação da Cor no curso do Rio Anta, no mês de outubro de 2015 (análise 1) e agosto de 2018 (análise 2). Legenda: P1: Rodovia 383, sentido Santa Luzia; P2: próximo à Pista de Cart; P3: Avenida 7 de Setembro; P4: próximo à Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Maria Comadoli Lira; P5: próximo à Pré-Escola Balão Mágico; P6: final do perímetro urbano a jusante.



As concentrações de nitrito nos pontos coletados foi o parâmetro que mais apresentou oscilações, principalmente na análise 2, cujo valor máximo foi no ponto 2, acima do valor permitido pela resolução vigente (Figura 5)

Figura 5: Variação de Nitrito no curso do Rio Anta, no mês de outubro de 2015 (análise 1) e agosto de 2018 (análise 2).
 Legenda: P1: Rodovia 383, sentido Santa Luzia; P2: próximo à Pista de Cart; P3: Avenida 7 de Setembro; P4: próximo à Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Maria Comadoli Lira; P5: próximo à Pré-Escola Balão Mágico; P6: final do perímetro urbano a jusante.



É possível notar que nos pontos P1, P2 e P4 no momento das coletas realizadas em 2018, os valores apresentados foram acima daqueles encontrados no período de outubro de 2015. Tornando evidente que com o passar dos anos, o rio vem acumulando maiores teores de contaminantes, principalmente aqueles oriundos de esgotos. A situação atual do Rio Anta Atirada, que perpassa a cidade de Rolim de Moura, está em processo acelerado de assoreamento, além da poluição ocasionada pela quantidade de lixo e esgoto, bem como por restos mortais de animais domésticos.

De acordo com a Resolução 357/2005 do CONAMA, o valor máximo permitido para o nitrito é de 1,0 mg L⁻¹. Neste

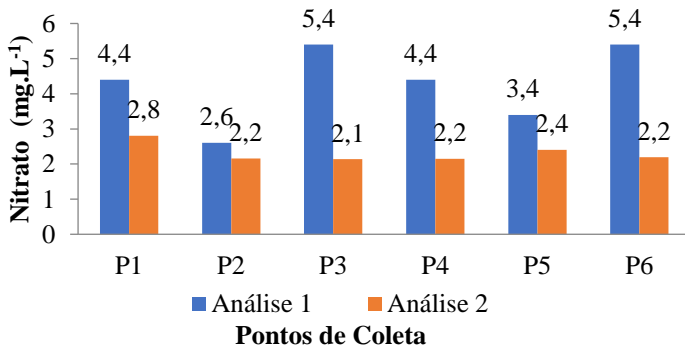
trabalho, apenas o ponto 2, nas duas análises, apresentou acima do valor estabelecido

Em trabalho semelhante, Stachiw et al., (2016), observaram ao longo do Rio Anta Atirada diversas residências destinando seus esgotos diretamente no rio. Em adição, o Rio Anta também é potencialmente afetado pelos fertilizantes das áreas agrícolas, nas quais este rio tem contato.

Assim, a preocupação com este parâmetro não é exclusividade do ponto 2 na segunda análise, mas pelas diferenças significativas que os pontos P1, P2 e P3 apresentaram em função do tempo.

A concentração de Nitrato não apresentou valores elevados que foi entre 2,2 a 2,8 mg/L, e manteve-se distante dos do valor estabelecido pela Resolução 357/2005 do CONAMA (Figura 6).

Figura 6: Variação de Nitrato no curso do Rio Anta, no mês de outubro de 2015 (análise 1) e agosto de 2018 (análise 2).
 Legenda: P1: Rodovia 383, sentido Santa Luzia; P2: próximo à Pista de Cart; P3: Avenida 7 de Setembro; P4: próximo à Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Maria Comadoli Lira; P5: próximo à Pré-Escola Balão Mágico; P6: final do perímetro urbano a jusante.

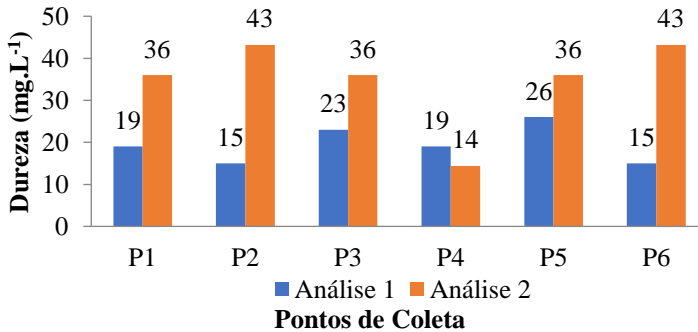


As diferenças entre as análises se devem ao fato de a primeira coleta ocorrer no mês de outubro, onde o rio já recebeu água de chuvas em alguma parte do seu curso.

Nota-se que, além dos valores baixos de nitrato, há uma estabilidade entre os pontos da segunda análise. Embora os valores não sejam elevados, estes resultados podem estar ligados à destinação de esgoto no rio, neste mesmo sentido, Hirata (2010) aponta que a principal fonte antropogênica de Nitrato é o esgoto proveniente de fossas sépticas ou negras.

Os valores encontrados nas análises de Dureza da água nos pontos estudados, apresentaram-se abaixo de 50 mg L^{-1} expressas em termos de CaCO_3 , sendo consideradas “águas moles”, e em ambos os períodos variaram de 14 a 43 mg L^{-1} (Figura 7).

Figura 7: Variação da Dureza no curso do Rio Anta, no mês de outubro de 2015 (análise 1) e agosto de 2018 (análise 2).
Legenda: P1: Rodovia 383, sentido Santa Luzia; P2: próximo à Pista de Cart; P3: Avenida 7 de Setembro; P4: próximo à Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Maria Comadoli Lira; P5: próximo à Pré-Escola Balão Mágico; P6: final do perímetro urbano a jusante.



Estes valores ficaram abaixo do permitido pela legislação, pois é estabelecido para dureza, o teor de 75 a 150 mg L^{-1} em termos de CaCO_3 como o valor máximo permitido para água (BRASIL, 2005).

Por meio da avaliação microbiológica, todas as amostras apresentaram termotolerantes, inclusive *E. coli*, com alto índice de contaminação, com pontos elevados variando de 330 a 1280 NPM para *E.col i* e 576 a 5.100 NPM para termotolerantes, mantendo a contaminação do rio, conforme já havia sido detectada na análise 1, que ocorreu em outubro de 2015.

Estes resultados podem ser evidenciados pelas condições em que o rio se encontra na área urbana de Rolim de Moura, pois além da grande quantidade de lixo despejada pelas enxurradas e pela comunidade, ainda fica notável a presença de esgoto doméstico.

A contaminação das águas por fecal de origem humana ou outros animais, pode torná-las um veículo na transmissão de doenças infecciosas. Assim, foram detectadas em todos os pontos, quantidades superiores ao estabelecido pela resolução 357 do CONAMA. Este parâmetro não foi observado no período de 2018, porém as condições do rio evidenciam que é comum a prática de lançamento de esgoto e lixo nas águas do Rio Anta Atirada.

A água pode veicular um elevado número de enfermidades e essa transmissão pode se dar por diferentes mecanismos. O mecanismo de transmissão de doenças mais comumente lembrado e diretamente relacionado à qualidade da água é o da ingestão, onde o indivíduo sadio ingere água que contenha componentes nocivos à saúde e a presença desse componente no organismo humano provoca o aparecimento de doenças (BRASIL, 2006).

A avaliação da qualidade da água por meio destes parâmetros foi fundamental, pois forneceram uma expectativa da qualidade da água do rio Anta Atirada. E mesmo que alguns parâmetros foram significativos, como o caso do oxigênio dissolvido que indicou elevada oxigenação nas águas, a avaliação microbiológica sugere que a classificação do rio deve ser enquadrada na classe 3, embora não tenha sido realizada a quantidade mínima de seis amostras no período de um ano, conforme estabelece a Resolução 357/2005 do CONAMA.

A população que mora próximo ao Rio Anta Atirada, tem formação escolar variada, com predominância no ensino médio sendo 60% dos entrevistados, 30% com formação em ensino fundamental anos iniciais e 10% com formação em nível superior. E isso é relevante, pois denota a capacidade de ter maior sensibilidade ambiental, sobre quais ações são benéficas ao rio e quais não são. É evidente que isso não justifica o fato daqueles de menor formação não conhecer.

Grande parte (60%) destes moradores reside no mesmo local há mais de 10 anos e viram a transformação do rio no decorrer do tempo, principalmente em termos de ocupação e retirada da mata ciliar a fim de ampliar o espaço residencial. Os demais (20%) residem há aproximadamente um ano ou estão morando na residência há apenas seis meses (20%).

Todos eles conhecem o Rio Anta Atirada e sabem que a qualidade da água do rio é ruim e não fornece a potabilidade ideal para o consumo, então optam pelo consumo de água da empresa Águas de Rolim de Moura, responsável pelo fornecimento no município. Mesmo com o uso da água fornecida pela empresa

Águas de Rondônia, 30% dos moradores também fazem uso de água de poço, o qual julgam ser artesiano.

A utilização de água de poços no meio urbano é algo inviável, pois exige monitoramento da qualidade da água de forma periódica, principalmente para o parâmetro microbiológico. Stachiw (2011), encontraram resultados microbiológicos preocupantes em águas de poços no município de Rolim de Moura – RO.

Embora o rio esteja contaminado, 80% dos entrevistados acreditam que se a população contribuir com sensibilidade, não jogar lixo e mudasse o sistema de destinação de esgoto, poderia melhorar suas condições ambientais. Em um trabalho semelhante, no Rio Zutiuá, na cidade de Arame-AM, Gomes e Rezende (2017) descrevem que os entrevistados atribuem ao poder público a responsabilidade da limpeza do rio, devendo ter compromisso com a sociedade, fazendo a recuperação da mata ciliar e despoluição do mesmo.

Quanto à localização do rio, 50% dos entrevistados disseram que o rio atrapalha os moradores, tanto na questão de mau cheiro e no tempo das chuvas, devido aos elevados níveis de alagamentos. As indagações são um pouco complexas, pois eles acreditam que um rio dentro de uma cidade pode atrapalhar o crescimento populacional da área, sendo que na maioria das vezes representa um local de destinação dos mais diversificados tipos de lixo, além da limitação do terreno das residências.

Os outros 50% acreditam que o rio não causa problema para população, embora nos períodos de chuvas os alagamentos sejam frequentes.

Todos eles acreditam que da maneira em que se encontra a condição do rio, não é possível utilizá-lo para as necessidades essenciais, porém pode ser utilizado para molhar a rua no tempo empoeirado ou às vezes para irrigação de plantações. É importante destacar, que esta avaliação foi apenas uma observação prévia acerca da percepção que os moradores têm sobre o Rio Anta Atirada e suas implicações em termos ambientais e sociais.

Conclusão

Dentre os parâmetros avaliados, o pH no ponto 5 ficou abaixo do limite mínimo estabelecido, a cor da água foi maior no ponto 6, ficando acima do limite máximo e a concentração de nitrito também ficou acima dos valores de referências da legislação no ponto 2. E por fim, os valores das análises microbiológicas da água do Rio Anta Atirada ficaram em condições inaceitáveis para o consumo.

Considerando a opinião de alguns voluntários residentes próximo ao leito do rio, mesmo sob condições deploráveis, ainda é possível melhorar a qualidade do mesmo se o poder público e a própria comunidade se sensibilizarem desta necessidade.

Referências

APHA - *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association, 22nd ed. New York, APHA, AWWA, WPCP, 2012.

BARRELLA, W. PETRERE JR., M.; SMITH, W. S. & MONTAG, L. F. DE. A. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.). Matas ciliares: conservação e recuperação. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

BRANCO, Vivian Teixeira Alves; SCHAFER, Alexandro Gularte. Bacia hidrográfica do rio Negro - RS: conhecer para gerenciar. *Revista Conexão UEPG*. Ponta Grossa, v. 12 n.3 - set./Dez. 2016. Disponível em:<<http://www.revistas2.uepg.br/index.php/conexao>> Acesso em 12 de Agos. 2018.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 2005.

BRASIL. Lei nº9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº7.990, de 28 de dezembro de 1989. *Diário Oficial da União* 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. *Portaria MS n.º 2914/2011*. Brasília, 2011.

DA SILVA, D. F.; GALVÍNCIO, J.D.; DE CARVALHO ALMEIDA, H. R. R. Variabilidade da qualidade de água na bacia hidrográfica do rio São Francisco e atividades antrópicas relacionadas. *Qualitas Revista Eletrônica*, v. 9, n. 3, 2010. Disponível em: <<http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/view/687>>. Acessado em: 10 de agos.2018.

DE SOUZA, J. R.; DE MORAES, M. E. B.; SONODA, S. L.; SANTOS, H. C. R. G. A; importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: caso Rio Almada, sul da Bahia, Brasil. *REDE-Revista Eletrônica do Prodem*, v. 8, n. 01, 2014. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/rede/article/view/1115/1074>. Acessado em: 10 de agos.2018.

GOMES, S.C.S.; REZENDE, L.P. Percepção dos moradores sobre degradação ambiental no perímetro urbano do Rio Zutiua em Arame–MA. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, v. 13, n. 6, 2017.

HIRATA, R.; ZOBY, J. L. G.; Oliveira, F. R. Água subterrânea: reserva estratégica ou emergencial. In: Bicudo, C. E. de M.; Tundisi, J. G.; Scheuenstuhl, M. C. B. (Orgs.). *Águas do Brasil: análises estratégicas*. São Paulo: Instituto de Botânica, p. 149-164 e 224 p.2010.

LIBÂNIO, M. *Fundamentos de qualidade e tratamento de água*. 3ª ed. Editora Átomo. Campinas: SP. 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística. Cidades. IBGE, 2013 <Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/rolim-de-moura/panorama> ma
acesso: 18 de agos.2018.

KÖPPEN, W.P.; GEIGER, M.R. Handbuch der
Klimatologie. *Handbuch der Klimatologie*, v.1, 44p, 1936.

LIMA, J. A.M.; BETHONICO, M.B.M.; VITAL, M. J.S. água e
doenças relacionadas à água em comunidades da bacia
hidrográfica do RIO URARICOERA–TERRA INDÍGENA
YANOMAMI–RORAIMA. *Hygeia*, v. 14, n. 27, p. 136-154,
2018. Disponível em:
<<http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/40045>>
acessado em: 28 agos.2019.

MEDEIROS, T. F., da SILVA, F. R., MORANDI, E. R.,
NASCIMENTO, P. C., DUTRA, A. R., & STACHIW, R.
Avaliação da qualidade de água de nascentes sob diferentes
ocupações do solo. *Revista Brasileira de Ciências da
Amazônia/Brazilian Journal of Science of the Amazon*, v. 4, n. 1, p.
14-28, 2016. Disponível em:
[http://www.periodicos.unir.br/index.php/rolim
demoura/article/view/784](http://www.periodicos.unir.br/index.php/rolimdemoura/article/view/784) acessado em: 14 de agos.2018.

SILVA, A. E. P.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, L. A. T.;
WAICHAMAN, A. V. Influência da precipitação na qualidade da
água do Rio Purus. *Acta amazônica*, v. 38, n. 4, p. 733-742, 2008.

FERREIRA, K.R.; STACHIW, R.; PINHEIRO, L.H.B.;
NASCIMENTO, P.C.; MARTINS, N.M.R.; QUEIROZ, N.S.
Estudo do impacto antropico na qualidade da água do rio Anta
Atirada. In: STACHIW, R. CARMELLO, N. (org.) *Amazonas:*

Instrumentos para gestão de recursos hídricos. 1 ed. Curitiba – PR: Editora CRV, v1,p.115-127.2016.

STACHIW, R.; BAUMHARDT, E.; FERREIRA, E.; SOUZA, E.F.M.; VENDRUSCOLO, J.; MIRANDA, U.B.; SANTOS, L.M.H.; Diagnostico preliminar da contaminação por coliformes fecais em poços rasos e superficiais da cidade de Rolim de Moura – RO. In: SANTOS, M.; CARNIATO, I.; CAMELLO, N.D.A. PINHEIRO, Z.C.S. (org.) *Amazônia, Recursos Hídricos e Diálogo Socio Ambiental*. 1 ed. Curitiba –PR: Editora CRV, v1,p.157-163.2011.

UNESCO.*The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World*. UNESCO,França,

COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO XABUTAÍ, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL

José Paulo de FARIAS NETO
Thiago Henrique da SILVA JOSÉ
Gustavo Neco da SILVA
Lindomar Alves de SOUZA
Wanderson Cleiton Schmidt CAVALHEIRO
Jhony VENDRUSCOLO

Introdução

Os índices de desmatamento demonstram o efeito da pressão antrópica sobre os recursos naturais. Esse efeito é claramente observado no estado de Rondônia, localizado na região do Arco do Desmatamento (INPE, 2011). As taxas de desmatamento no estado variaram de 435 a 4.730 km² ano⁻¹, entre os anos de 1988 a 2018, resultando uma área desmatada acumulada de 60.420 km² (PRODES, 2019). Assim, constata-se que a cada ano aumenta a pressão antrópica sobre os recursos florestais remanescentes, principalmente em Terras Indígenas e Unidades de Conservação (PIONTEKOWSKI et al., 2014).

O desmatamento acelerado tem ocasionado diversas preocupações. Primeiramente, porque a região central de Rondônia é uma região chave na perda de espécies, tendo em vista que a riqueza de espécies é maior que na Amazônia Oriental (WEARN et al., 2012). Além do elevado potencial de perdas de espécies, o desmatamento também afetará as funções e serviços

dos ecossistemas em escala local, como descrito por Ceballos e Ehrlich (2002). Essa alteração é facilmente observada em microbacias, em função do aumento do escoamento superficial, pela falta de vegetação, e diminuição da infiltração de água no solo (SANTOS et al., 2014). Assim, constata-se a importância do monitoramento da cobertura florestal para o planejamento e gestão dos recursos naturais.

O monitoramento pode ser obtido com base na avaliação temporal da cobertura do solo em tempo hábil e com baixo custo financeiro, quando integra-se o Sistema de Informação Geográfica (SIG), Sensoriamento Remoto e técnicas de Geoprocessamento. Isso é possível, porque o SIG permite análises qualitativas e quantitativas dos dados da paisagem (CAVALLARI et al., 2007).

Em face ao exposto, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar o efeito da antropização na cobertura do solo da microbacia do Rio Xabutaí, no período de 1987 a 2017, visando o fornecimento de informações para subsidiar o planejamento e gestão dos recursos naturais da região.

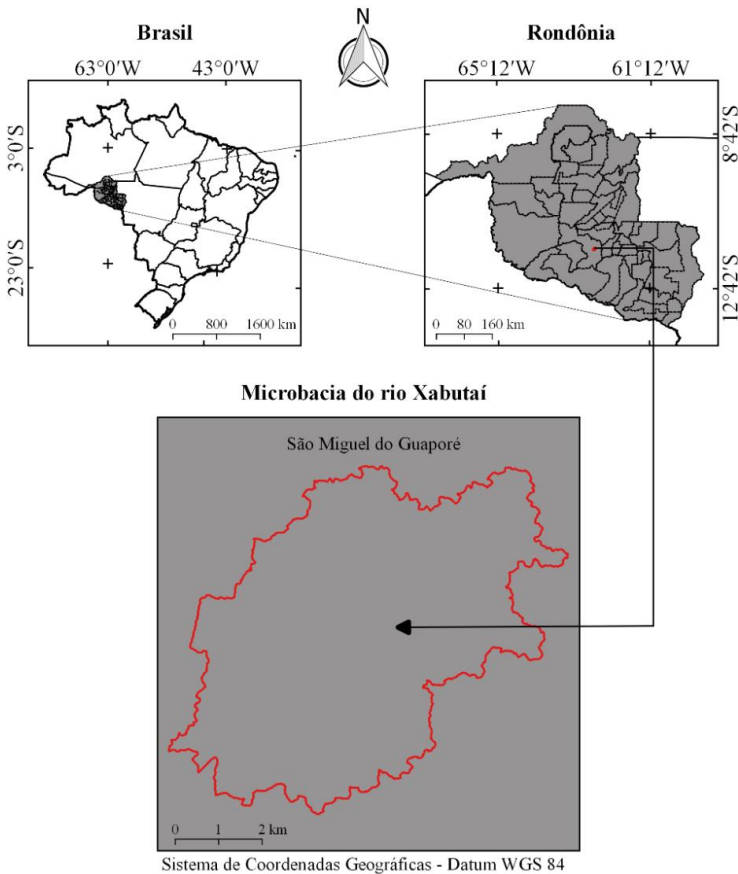
Material e Métodos

Localização e características da área de estudo

O trabalho foi realizado na microbacia do Rio Xabutaí (43,569 km²), município de São Miguel do Guaporé (Figura 1). Esta microbacia é responsável pelo abastecimento de 131 propriedades rurais (INCRA, 2018), e do Frigorífico Guaporé

Carnes 3. A região tem clima do tipo Monção (ALVARES et al., 2014), com precipitação média anual entre 1.728,9 e 1.843,7 mm (FRANCA, 2015), e temperatura média anual de 26,7°C (RONDÔNIA, 2012).

Figura 1: Localização da microbacia do Rio Xabutaí, Rondônia, Brasil.



Análise da cobertura do solo

A análise multitemporal da cobertura do solo foi obtida com base em imagens dos satélites Landsat 5, para os anos de 1987, 1997 e 2007, e Landsat 8 para o ano de 2017 (**Tabela1**).

Tabela1. Características das imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8, utilizadas para análise multitemporal da cobertura do solo na microbacia do Rio Xabutaí, Rondônia, Brasil.

Satélite	Sensor	Resolução espacial (m)	Resolução radiométrica (bits)	Banda	Ano	Órbita /Ponto
Landsat 5	TM	30	8	3, 4 e 5	1987	231/68
Landsat 5	TM	30	8	3, 4 e 5	1997	231/68
Landsat 5	TM	30	8	3, 4 e 5	2007	231/68
Landsat 8	OLI	30	16	4, 5 e 6	2017	231/68

TM: Thematic Mapper; OLI: Operational Land Imager.

As imagens correspondem aos meses de julho a setembro, devido a menor incidência de nuvens e, conseqüentemente, maior qualidade, as quais foram obtidas no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2017). A obtenção dos dados de cobertura do solo passou por três etapas: 1^a) Elaboração do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI); 2^a) Fragmentação do NDVI em classes de cobertura do solo e; 3^a) Mensuração da área ocupada por cada classe de cobertura,

considerando cada ano de estudo. O geoprocessamento foi realizado com o software QGIS 2.10.1 (versão Pisa).

O NDVI foi calculado utilizando a ferramenta “calculadora raster” e a equação 1 (SHIMABUKURO, 1998).

$$NDVI = \frac{IP - V}{IP + V} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde: IP: Infravermelho Próximo (B4 = Landsat 5; B5 = Landsat 8); V: vermelho (B3 = Landsat 5; B4 = Landsat 8).

Para a fragmentação das imagens NDVI em classes de cobertura, utilizou-se o complemento “Slicer”. O fatiamento foi realizado considerando as principais classes da região (floresta, cerrado, estrada, área urbana, agropecuária e água), utilizando como referência 30 amostras de pixel para cada classe.

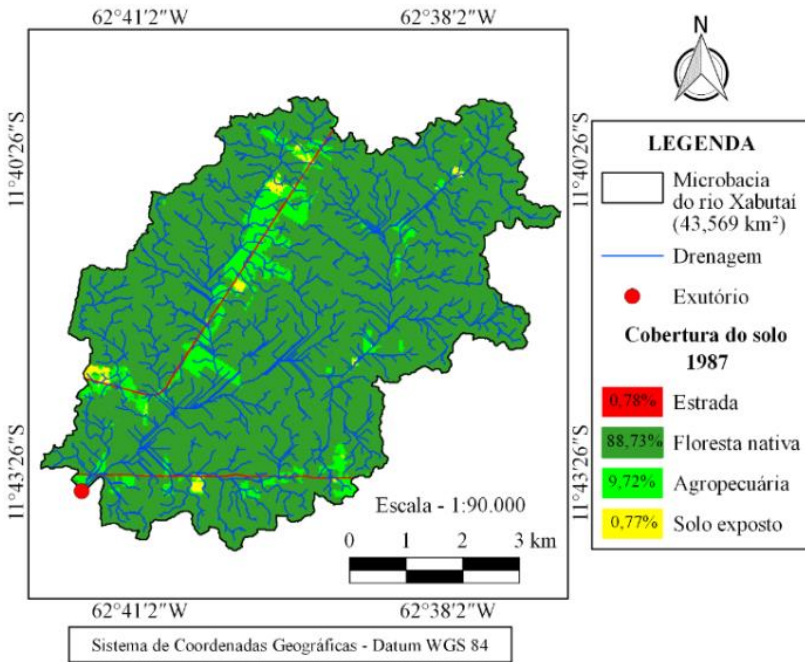
A mensuração das áreas de cobertura foi efetuada inicialmente com a ferramenta “calculadora de campo”, em seguida com o complemento “Statistic”.

Resultados e Discussão

No ano de 1987, aproximadamente 88,73% da área total da microbacia, ou seja 38,66 km², estavam ocupados por floresta

nativa (Figura 2). Por se tratar do início da colonização no município, constata-se que as áreas antropizadas encontravam-se próximas as estradas principais, com destaque para a classe de agropecuária, que ocupava 9,72% da área total.

Figura 2: Cobertura do solo na microbacia do Rio Xabutai no ano de 1987.



O processo de colonização começa nas margens das estradas principais, passando posteriormente para as margens de estradas secundárias, formando assim padrão espacial conhecido como “espinha de peixe”. Esse modelo de colonização é comum no estado de Rondônia, como observado nos trabalhos de

Schlundwein et al. (2012), Cavalheiro et al. (2015) e Costa et al. (2015).

Ao longo de 30 anos de colonização, constatou-se o desflorestamento constante da vegetação, chegando a restar apenas 8,08 km² de floresta nativa na microbacia no ano de 2017 (Figura 2, 3, 4 e 5). É importante destacar que entre os anos de 1987 e 1997 ocorreu uma taxa de desmatamento de 1,19 km² ano⁻¹, entre os anos de 1997 e 2007 a taxa foi de 1,72 km² ano⁻¹, e entre 2007 e 2017, apenas 0,15 km² ano⁻¹ (menor taxa). Esses dados demonstram que a taxa de desmatamento só reduziu porque a área de floresta nativa ficou escassa, portanto, o declínio da taxa deve-se principalmente à falta de área para desmatamento.

Figura 3: Cobertura do solo na microbacia do Rio Xabutai no ano de 1997.

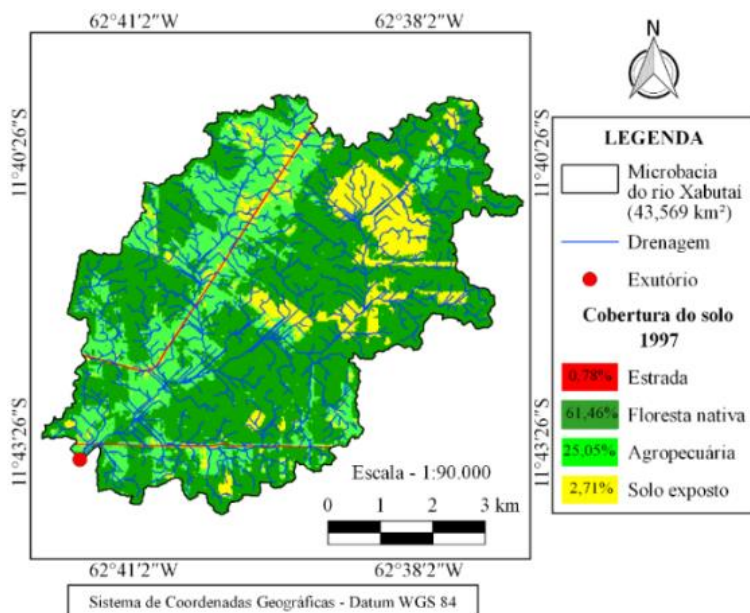


Figura 4: Cobertura do solo na microbacia do Rio Xabutaí no ano de 2007.

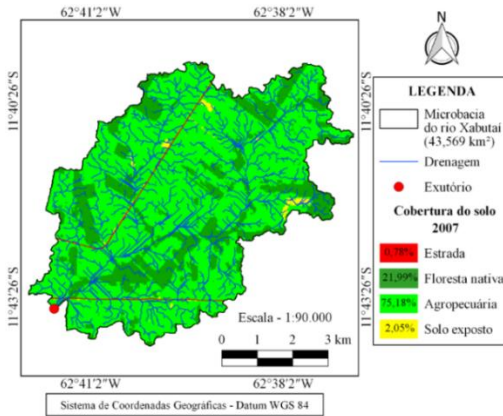
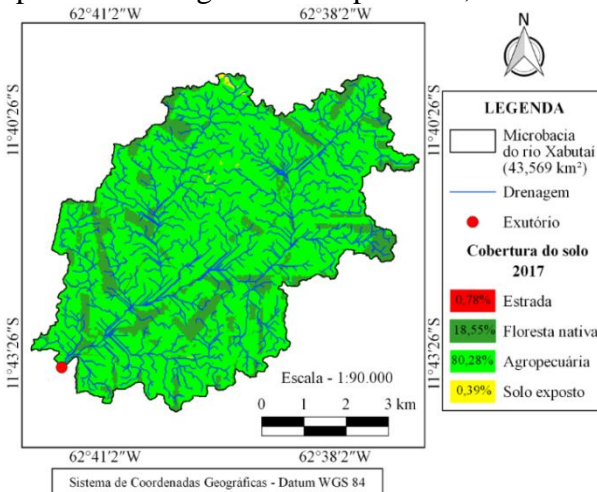


Figura 5: Cobertura do solo na microbacia do Rio Xabutaí, município de São Miguel do Guaporé/RO, no ano de 2017.



A área destinada a agropecuária aumentou em função da conversão de uso do solo. Um dos possíveis fatores para esse aumento foi a instalação do Frigorífico Guaporé Carnes 3 nas proximidades do município de São Miguel do Guaporé, alavancando assim o setor pecuário nas áreas adjacentes. Resultados semelhantes foram observados por Cavalheiro et al. (2015) no território da Zona da Mata Rondoniense e por Soares (2018) no território Central de Rondônia. Em ambos os trabalhos, constatou-se o avanço dos sistemas agropecuários ao longo dos anos, e a concentração de remanescentes florestais nas áreas protegidas por Lei, como Terras Indígenas (TIs) e Unidades de Conservação (UCs).

A cobertura florestal nativa tem diferentes funções ecológicas: recarga de aquíferos (topos de morro), redução do escoamento superficial e contenção de processos erosivos (nas encostas), e proteção de corpos d'água (áreas ripárias) (TAMBOSI et al., 2015). A supressão da vegetação nativa é observada em todas as áreas citadas por Tambosi et al. (2015), demonstrando que a microbacia do Rio Xabutaí tende a ter vários problemas, comprometendo os recursos hídricos da região.

Um exemplo comum é a ocupação de áreas de matas ciliares para a produção de forragem, visando a manutenção de gado de corte no período seco (VENDRUSCOLO, 2012). A ocupação destas áreas com sistemas pecuários é considerada preocupante por comprometer a quantidade e qualidade dos recursos hídricos (CAVALHEIRO, 2018).

Diante do exposto, constata-se que o desmatamento tende a ocorrer nas áreas remanescentes nos próximos anos, aumentando a suscetibilidade a escassez hídrica na microbacia. Portanto, é

necessário um planejamento visando a integração das atividades agropecuárias com sistemas florestais. Essa integração tem por objetivo recuperar e conservar áreas prioritárias (ex. matas ciliares), aumentar a quantidade e qualidade de água disponível para a agropecuária, reduzir os riscos de escassez hídrica e potencializar a geração de renda.

Conclusões

A cobertura do solo na microbacia do Rio Xabutaí, tornou-se dinâmica ao longo dos trinta anos de colonização, onde áreas com florestas nativas foram convertidas, principalmente para a implantação de sistemas agropecuários, chegando a 80,28% da área total no ano de 2017.

Na microbacia, recomenda-se a recuperação das áreas de matas ciliares com espécies florestais de interesse econômico, como o açaí, pupunha, cupuaçu e cacau, para fortalecer a economia e conservar os recursos hídricos.

Referências

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. *Koppen´s climate classification map of Brazil*. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

CAVALLARI, R. L.; TAMAE, R. Y.; ROSA, A. J. *A importância de um sistema de informações geográficas no estudo de microbacias hidrográficas*. Revista Científica Eletrônica de Agronomia, v. 6, n. 11, p. 1-7, 2007.

CAVALHEIRO, W. C. S.; VENDRUSCOLO, J.; SANTOS, L. M. H.; SANTOS, A. M. *Impacto da colonização na Zona da Mata Rondoniense, Amazônia Ocidental-Brasil*. Revista Geográfica Venezuelana, v. 56, n. 1, p. 41-57, 2015.

CAVALHEIRO, W. C. S. *Avaliação ambiental como subsídio para o planejamento e gestão da sub-bacia do Rio Branco, Rondônia*. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura, 2018.

CEBALLOS, G.; EHRLICH, P.R. *Mammal Population Losses and the Extinction Crisis*. Science, v. 295, p. 904-907, 2002.

COSTA, O.B.; MATRICARDI, E.; APARECIDO, T.; PIRES, J.; SALATIEL, R. *Análise do Processo de Fragmentação da Floresta nos Municípios de Corumbiara e Buritis - RO*. Floresta e Ambiente, Seropédica, v. 22, n. 3, p. 334-344, 2015.

FRANCA R. R. *Climatologia das chuvas em Rondônia – período 1981-2011*. Geografias Artigos Científicos, Belo Horizonte, v.11, n. 1, p. 44-58, 2015.

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. *Acervo fundiário*. 2018. Disponível em: <<http://acervofundiario.incra.gov.br/acervo/acv.php>>. Acesso em: 15 mai. 2018.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite Projeto Prodes*. 2011. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital>>. Acesso em: 8 dez. 2017.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Catálogo de imagens*. 2017. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: nov. 2017.

PIONTEKOWSKI, V. J.; MATRICARDI, E. A. T.; PEDLOWSKI, M. A.; FERNANDES, L. C. *Avaliação do desmatamento no estado de Rondônia entre 2002 e 2011*. Floresta e Ambiente, v. 21, n. 3, p. 297-306, 2014.

PRODES - Programa de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia. *Análise - Amazônia Legal -> Estados -> [RONDÔNIA]*. Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/bio mes/legal_amazon/rates>. Acesso em: 29 ago. 2019.

RONDÔNIA. *Boletim climatológico de Rondônia – 2010*. Porto Velho, RO: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental, 2012. 34 p.

SANTOS, J. C. N.; ANDRADE, E. M.; MEDEIROS, P. H. A.; ARAÚJO NETO, J. R.; PALÁCIO, H. A. Q.; RODRIGUES, R. N. *Determinação do fator de cobertura e dos coeficientes da MUSLE em microbacias no semiárido brasileiro*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 18, n. 11, p. 1157-1164, 2014.

SCHLINDWEIN, J. A.; MARCOLAN, A. L.; FIORELLI-PERIRA, E. C.; PEQUENO, P. L. L.; MILITÃO, J. S. T. L. *Solos de Rondônia: Usos e Perspectivas*. Revista Brasileira de Ciências da Amazônia, v. 1, n. 1, p. 213-231, 2012.

SHIMABUKURO, Y. E. *Índice de vegetação e modelo linear de mistura espectral no monitoramento da região do Pantanal*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 33, p. 1729-1737, 1998.

SOARES, A. E. S. *Índice de desmatamento do Território Central de Rondônia, de 1984 a 2017*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura, 2018.

TAMBOSI, L. R.; VIDAL, M. M.; FERRAZ, S. F. B.; METZGER, J. P. *Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal*. Estudos Avançados, v. 29, n. 84, p. 151-162, 2015.

VENDRUSCOLO, J. *Atributos físicos e químicos de diferentes tipos de solos sob quatro coberturas vegetais na área ciliar do igarapé D'Alincourt-RO*. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2012.

WEARN, O.R.; REUMAN, D. C.; EWERS, R. M. *Extinction Debt and Windows of Conservation Opportunity in the Brazilian Amazon*. **Science**, v. 337, n. 228, p. 228-231, 2012.

INFLUÊNCIA DO DESMATAMENTO NOS PARÂMETROS DE VAZÃO DO RIO JARU

Francielle Ruana Faria da SILVA

Ana Cristina Strava CORREA

Rosalvo STACHIW

Marlos Oliveira PORTO

Introdução

O crescimento populacional mundial é assunto recorrente e gera debates em várias frentes, entre elas pode-se destacar o conseqüente aumento na demanda por água, seja para consumo direto ou para a produção de alimentos. De acordo com a Organização das Nações Unidas, cada pessoa necessita de cerca de 110 litros de água por dia para atender as necessidades básicas de consumo e higiene. Porém, no Brasil esse consumo pode chegar a mais de 200 litros/dia (Sabesp, 2018), para tanto, são retirados dos mananciais cerca de 488,3 m³/s de água para o abastecimento urbano (ANA, 2017).

Apesar de o Brasil possuir 12% das reservas de água doce disponíveis no mundo, e a bacia amazônica concentrar 70% desse volume (Brasil, 2010), a preocupação com os recursos hídricos vem sendo cada vez mais discutida nessa região, principalmente quando se associam os parâmetros hidrológicos com o desmatamento (Cohen et al., 2007; Fernandes, 2010; Nobrega, 2014). As alterações ambientais decorrentes da urbanização e

expansão territorial da agropecuária, substituindo as áreas de floresta, tem interferido significativamente nos processos envolvidos no ciclo hidrológico (Oliveira; Francisco, 2010; Carvalho et al., 2012; Benini; Mediondo, 2015).

O ciclo hidrológico é responsável pela renovação da água no planeta, sendo esse, composto pelos fenômenos de precipitação, interceptação, infiltração, escoamento superficial, escoamento subterrâneo, evaporação e transpiração. A derrubada da vegetação natural gera o aumento da superfície de solo exposto. Essa exposição do solo, favorece a compactação e diminui o potencial de infiltração, aumentando o escoamento superficial. O atrito de enxurradas sobre as partículas resulta em expressivas perdas de solo, além de interferir nos processos de transpiração e evaporação. Considerando que a evapotranspiração é normalmente superior nas florestas que em vegetação de menor porte, como gramíneas utilizadas em pastagens, infere-se que o impacto da remoção da floresta atua em quase todas as fases do ciclo hidrológico (Bacelar et al. 2005).

Na Amazônia brasileira os problemas com o meio ambiente são intensos e frequentes em consequência do seu processo de colonização, iniciado em meados do ano de 1970 pelo Plano de Integração Nacional – PIN, onde não havia o devido planejamento do uso e ocupação do solo, provocando a alteração da paisagem de forma irreversível, principalmente em decorrência do modelo de exploração predatória instalado. A área do presente estudo está inserida nesse contexto de ocupação.

Ao analisar as modificações e consequências da distribuição da cobertura vegetal natural e corpos hídricos de Jaru-RO, Pagani (2017) apontou que o modelo de colonização da

época contribuiu para uma forte degradação ambiental com a redução da cobertura florestal em 80,39%, incluindo 60,76% das áreas de preservação permanente – APPs. Por outro lado, no período após 2012, verificou-se a regeneração natural da vegetação das APPs em 15,86% de suas áreas, pela vigência do Código Florestal Brasileiro.

O Código Florestal Brasileiro, em seu Artigo 4º da Lei 12.651 (Brasil, 2012), estabeleceu a proteção dos recursos hídricos pela preservação de matas ciliares, visto que essa preservação quando atendida de forma correta, impede o desgaste do solo, evitando, por exemplo, o desenvolvimento de assoreamentos, servindo ainda como barreira de seguridade contra a entrada de resíduos sólidos, conservando sua qualidade e quantidade (Castro et al., 2013). Entretanto, Cruz et al. (2017) em estudo da área de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio Jaru, no município de Jaru-RO, notaram irregularidades frente a Lei, tanto na zona urbana quanto na zona rural.

Fernandes (2010) avaliou o impacto da substituição da floresta na bacia do rio Jaru no que se refere a alterações do escoamento superficial por 30 anos de registros da estação fluviométrica(15565000-Jaru). Dos principais impactos observados, destacam-se a redução da vazão mínima e o aumento do coeficiente de escoamento superficial ‘C’, que indica o aumento da impermeabilização do terreno.

Nesse contexto, conhecer a vazão de um rio ou de um corpo hídrico ao longo da sua extensão é extremamente relevante na identificação de impactos ambientais, para a criação de planos de manejo sustentáveis, liberação de outorgas, além de contribuir na

resolução de conflitos hídricos entre os diversos usuários da água: consumo humano, agropecuária, indústrias, etc (ANA, 2009).

A Agência Nacional de Águas - ANA é responsável pela coordenação das atividades da Rede Hidrometeorológica Nacional, composta por mais de 4 mil estações. O objetivo deste estudo foi avaliar as vazões no regime hídrico do rio Jaru em uma estação fluviométrica (15565000 – Jaru) localizada junto a área urbana de Jaru-RO, em uma área desmatada, onde está o sistema de captação de água para o abastecimento público da área urbana do município e comparar com as vazões de uma estação (15564000–Jaruaru) localizada no mesmo rio, no entanto próxima a nascente, em uma área de floresta preservada, desde a data de implantação dessa última no ano de 2012 a 2017.

Métodos e Técnicas

Este estudo foi baseado em dados recuperados de séries históricas disponibilizados pela Agência Nacional de Águas – ANA pelo portal HidroWeb, no período de 2012 a 2017. Para avaliação do desmatamento foram utilizados os dados do projeto de monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite – PRODES do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

Área de estudo

A bacia do rio Jaru nasce na serra dos Pacaás, situada na reserva indígena do Uru-Eu Wau-Wau, o que justifica o nível de

preservação florestal do local. Seu curso principal segue a direção geral sudoeste-nordeste, desaguando no rio Machado. Possui uma área de 7.174,97 km², segundo dados da ANA e abrange parte dos municípios Jaru, Governador Jorge Teixeira, Nova União, Ouro Preto do Oeste, Mirante da Serra, Cacaulândia e Theobroma, sendo que 43% da área total da bacia está no município de Jaru, segundo dados disponibilizados pelo SIPAM, o mais populoso da área da bacia e o sétimo do estado de Rondônia, com 55.871 habitantes (IBGE, 2017a).

Os registros hidrometeorológicos são provenientes de duas estações fluviométricas localizadas na bacia do rio Jaru. A estação 15565000 conhecida como estação Jaru, está localizada junto a área urbana do município e responde por uma área de drenagem de 3.960 m². Essa sessão foi escolhida em função da captação de água para abastecimento público do município de Jaru-RO e por estar em uma área com pouca cobertura florestal decorrente do desmatamento. A estação 15564000 conhecida como Jaruaru, está localizada próxima a nascente do rio e responde por uma área de drenagem de 133 m², sendo escolhida por possuir boa parte de sua área preservada com cobertura florestal. A área de estudo corresponde por 55,19% da área total da bacia.

Na Figura 1 está representada a bacia do rio Jaru, contendo a localização das estações fluviométricas utilizadas neste estudo.

Figura 6. Área de estudo: Bacia do rio Jaru com a localização das estações fluviométricas. Fonte: Adaptado SIPAM, 2018.



De acordo com Fernandes (2010), a nascente do rio Jaru situa-se na cota média de 320 m e a seção de captação está na cota 140 m, totalizando uma variação média de 180 m, onde nos primeiros 29,04 km do rio a declividade é de 3,67 m/km, estando esta contida no trecho entre a nascente e a estação de Jaruaru. Nos quilômetros restantes a declividade cai para 0,81 m/km. A sinuosidade tomada como o comprimento do rio principal em relação ao comprimento do talvegue é de 1,54, o que significa que o rio é pouco sinuoso para os padrões dos rios amazônicos.

O clima, segundo o sistema de classificação de Köppen, é do tipo Aw, tropical chuvoso, com estação relativamente seca durante o ano e temperaturas médias anuais de 25,5 °C. O regime

pluviométrico é caracterizado por período chuvoso com média anual próxima de 2.400 mm, que está compreendido entre os meses de novembro a abril e o período seco entre os meses de maio e setembro (CEPED, 2011).

Uso e ocupação da terra

A base econômica do estado de Rondônia é a agropecuária. Em 2015, o setor foi responsável por 11,9% do PIB estadual, bem acima da média nacional (6,4%) (IBGE, 2017b; Cepea, 2015). Os principais produtos agropecuários produzidos no estado são bovinos, soja, leite e café, os quais responderam por 84,4% do Valor Bruto da Produção Agropecuária estadual em 2017 (Mapa, 2017).

O efetivo bovino no estado é de 9827031 cabeças, sendo do município de Jaru o segundo maior rebanho do estado com 439444 cabeças, ficando atrás apenas da capital Porto Velho. Dos 2.944,18 km² do município de Jaru, 2.506,53 km² ou 250.653 ha são de áreas destinadas à agropecuária (IBGE/Censo, 2017), com a distribuição apresentada na Tabela 1.

Tabela 2. Distribuição da área de estabelecimentos agropecuários por utilização da terra do município de Jaru – RO.

Uso da terra	Área (ha)
Lavouras – permanentes	4087
Lavouras – temporárias	631
Lavouras – área para cultivo de flores	18
Pastagens – naturais	0
Pastagens – plantadas em boas condições	215475
Pastagens – pastagens plantadas em más condições	3985
Matas ou florestas – matas ou florestas naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal	18543
Matas e/ou florestas naturais	1474
Florestas plantadas	143
Sistemas agroflorestais	796
Lâmina d'água, tanques, lagos, açudes, área de águas públicas para aquicultura, de construções, benfeitorias ou caminhos, de terras degradadas e de terras inaproveitáveis	5503

Fonte: IBGE – Censo agropecuário, 2017.

Considerando o objetivo do presente estudo, apenas o desmatamento será avaliado, desconsiderando a finalidade do mesmo. Para tanto, foram utilizados dados de desmatamento extraídos do PRODES do INPE.

Avaliação dos dados

A média anual das vazões foi obtida a partir das médias mensais, calculadas a partir dos seus valores diários. As vazões

foram obtidas através do método de Curva de Descarga, indicada na série histórica, pela ANA. A curva de descarga representa a relação entre vazão e nível do rio e permite estimar as vazões a partir de observações de nível. Sua determinação é possível a partir de medições diretas de vazão que são realizadas em caráter eventual. As equações 1 e 2 representam as curvas chaves utilizadas para as estações de Jaruaru e Jaru respectivamente.

$$Q(H) = 6,9741 (H)^{1,737} \quad (1)$$

$$Q(H) = 10,6187(H - 2,71)^{2,335} \quad (2)$$

Onde: $Q(H)$ = vazão m^3/s e H = cota (m).

A partir dos dados brutos se fez uma filtragem a fim de buscar inconsistências ou erros aleatórios. A modelagem dos dados permitiu realizar uma análise prévia do comportamento hidrológico da bacia, podendo com isso inferir-se qual é a dinâmica espaciotemporal da vazão ao longo dos anos analisados (2012-2017), dentro do contexto da região hidrológica em questão, por meio dos gráficos gerados através do aplicativo computacional Excel®.

Resultados e discussão

As alterações da superfície a nível de bacia hidrográfica, podem gerar impactos significativos sobre o escoamento, os quais normalmente são observados através de alterações no comportamento das vazões máximas, mínimas e médias, além das condições ambientais locais e a jusante. Os resultados das vazões bem como precipitação anuais ao longo dos cinco anos estudados (2012 a 2017), de acordo com as estações Jaruaru (nascente preservada) e Jaru (exutório desmatado), podem ser observados na Tabela 2. Nota-se que os valores de vazão em termos absolutos são muito díspares, devido à grande diferença das áreas de drenagem entre as duas estações.

Tabela 3. Vazões e precipitação total anuais do rio Jaru nas estações Jaruaru - 15564000 e Jaru - 15565000.

Estação fluviométrica	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Vazão mínima						
¹ Jaruaru	0,01	0,02	0,03	0,00	0,05	0,00
² Jaru	2,63	3,10	4,32	4,17	1,96	3,28
Vazão média						
¹ Jaruaru	10,15	8,26	36,70	23,47	11,86	10,54
² Jaru	117,70	126,77	107,51	107,01	88,00	101,08
Vazão máxima						
¹ Jaruaru	73,83	66,10	305,00	300,60	109,08	47,02
² Jaru	710,35	845,94	715,84	783,68	734,88	357,46
Precipitação anual total (mm)						
¹ Jaruaru		904,8	2168,4	1703,6	2015,6	1510,2
² Jaru	1861,2	552,2	2863,6	2214,8	2494,0	1454,6

¹15564000; ²15565000

Dos valores observados na Tabela 1, depreende-se que as máximas vazões registradas na estação Jaruaru representavam menos de 50% do que passou pela estação de Jaru, mesmo quando as chuvas em ambas estações apresentaram valores semelhantes. Por outro lado, as vazões mínimas da estação Jaruaru indicam que por dois anos (2015 e 2017) chegaram a zerar. Esse fato pode ser justificado pela alta declividade das nascentes, porém deve ser investigada altura do “zero” arbitrado da régua, que pode não representar o fundo do leito do rio.

Teoricamente, a remoção da floresta tende a elevar as vazões máximas porque favorece o escoamento superficial. Já para as vazões mínimas, a presença de floresta concede à bacia uma característica de “esponja” em decorrência das raízes das árvores, da serapilheira e das condições específicas do solo, o que contribui para a redução da vazão por elevar a evapotranspiração e a recarga do aquífero (Ribeiro Neto et al., 2006).

Segundo Matheussen et al. (2000), as vazões são afetadas em decorrência da menor infiltração de água, taxas de evapotranspiração e maior escoamento superficial. Souza et al. (2017), ao avaliarem a influência da cobertura do solo nos parâmetros de vazão no rio das Fêmeas na Bahia, verificaram que áreas antropizadas contribuíram para a modificação nos componentes do ciclo hidrológico local, principalmente no escoamento superficial e na infiltração da água no solo, ocasionando uma tendência de aumento da vazão média anual, devido ao impacto do desmatamento.

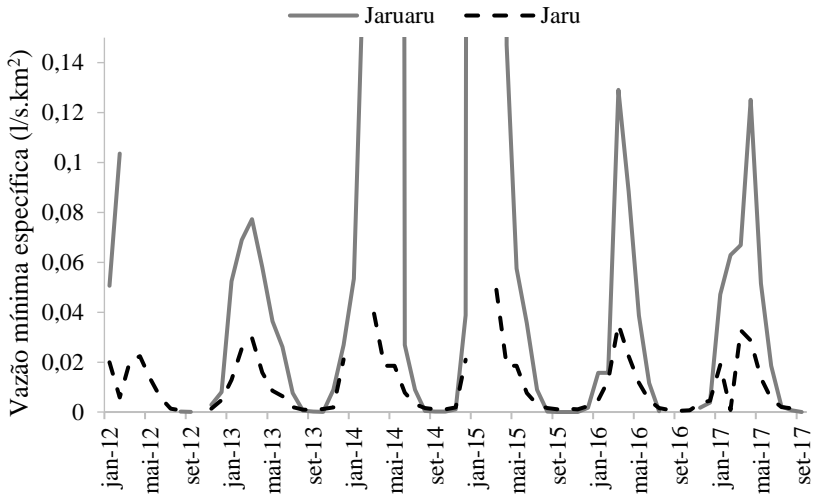
A redução das vazões máximas em ambas as estações, no ano de 2017 em relação aos anos anteriores, pode estar relacionada com o fato de que os dados desse ano são dos meses

de janeiro a setembro, com isso a ausência dos dados dos meses de outubro a dezembro, considerado período chuvoso na região, pode ter subestimado o resultado, pois essa vazão está diretamente associada à precipitação.

Considerando a geomorfologia da bacia do rio Jaru, caracterizada por grande declividade das suas nascentes seguida de uma planície em seu curto, médio e baixo curso, e as expressivas diferenças em termos de área de drenagem entre as duas estações estudadas, para melhor análise do comportamento das vazões, optou-se por utilizar as vazões específicas de cada área estudada, ou seja, a quantidade de água produzida pela área de drenagem.

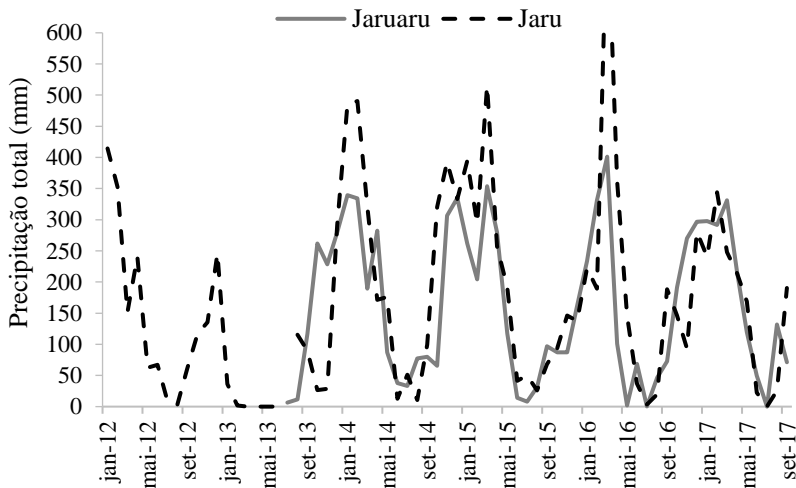
Nas Figuras 1 e 2, é possível notar o comportamento das vazões específicas mínimas e as taxas de precipitação. As mesmas são variáveis e proporcionais ao período considerado chuvoso (novembro a abril) – maior vazão específica; e período seco (maio a setembro) – menor vazão específica. Vale destacar a capacidade de recuperação das vazões da estação Jaruaru – 15564000 após o período de estiagem, o que pode ser um atributo da cobertura vegetal que retém o excesso de chuva para liberação cadenciada ao longo do ano.

Figura 7. Vazões mínimas específicas mensais do rio Jaru nas estações 15564000-Jaruaru e 15565000-Jaru nos anos 2012 a 2017.



Os dados de precipitação da estação Jaruaru só estão disponibilizados no site da ANA a partir do mês de julho de 2013, bem como o ano de 2017, em ambas as estações se encerram no mês de setembro. Ainda assim, optou-se por apresentar os dados disponibilizados para melhor elucidação quanto a definição dos períodos de seca e chuvas no local das estações estudadas (Figura 3).

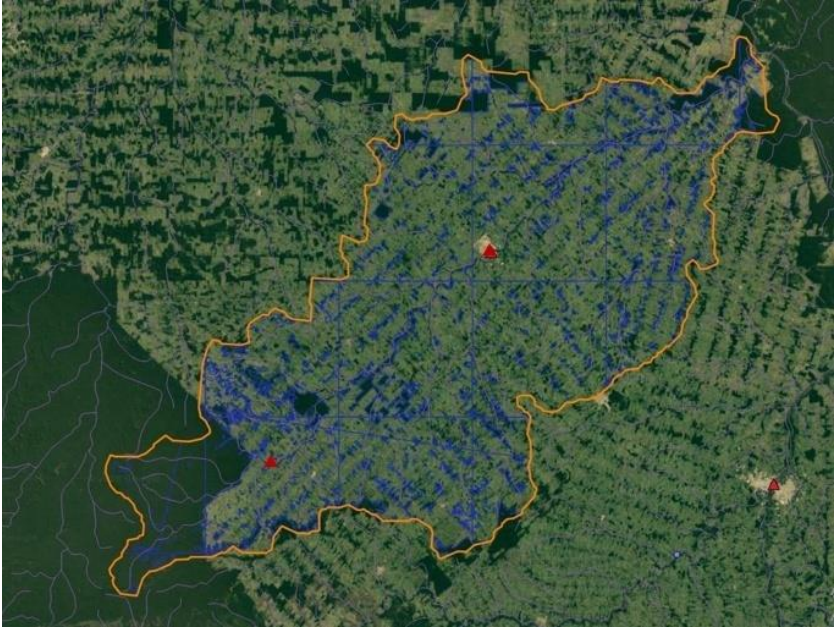
Figura 8. Precipitação mensal total no rio Jaru nas estações 15564000-Jaruaru e 15565000-Jaru nos anos 2012 a 2017.



De acordo com Best et al. (2003), a capacidade de infiltração normalmente é muito mais expressiva em áreas sob florestas que em pastagens e culturas agrícolas, fator de grande contribuição para o abastecimento do aquífero.

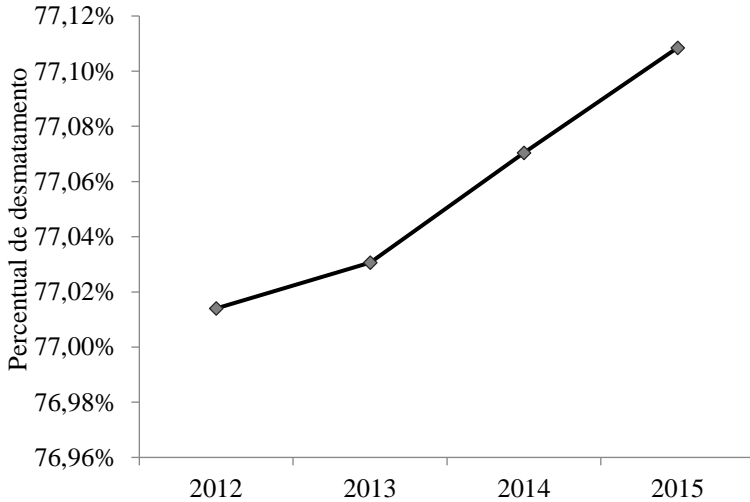
A Figura 4 apresenta a situação atual da cobertura vegetal da bacia. Observa-se que mais de 77% da bacia já se encontra desmatada.

Figura 9. Carta imagem da bacia do rio Jaru e polígonos de desmatamento do PRODES/INPE (imagem Google Earth. 2018).



A Figura 5 apresenta a evolução do histórico de desmatamento do PRODES/INPE ao longo do período 2012 a 2015. Os dados referentes aos anos 2016 e 2017 não foram apresentados por não estarem disponíveis na ocasião da conclusão desse artigo. Observa-se que a partir de 2013, as taxas de substituição da floresta aumentam com maior intensidade.

Figura 10. Gráfico demonstrativo do percentual da área desmatada da bacia do rio Jaru entre 2012 e 2015.

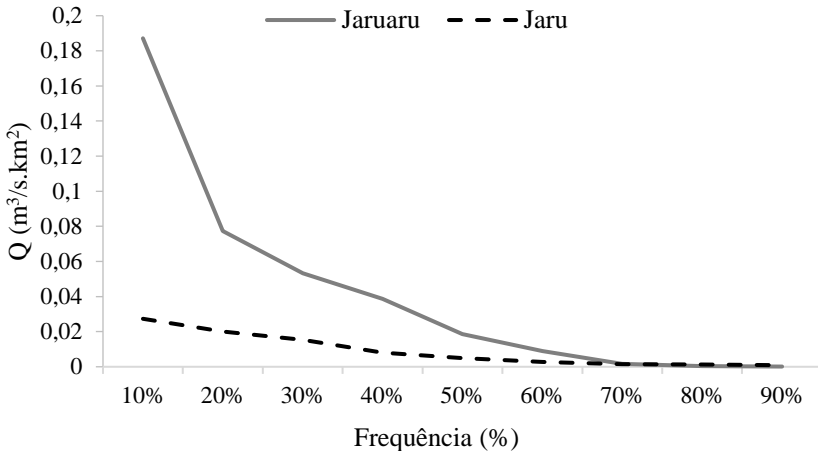


As características hídricas de um rio não devem se limitar a quantidade, o ideal, principalmente em termos de vazão, é avaliar a permanência ao longo do ano. Isto quer dizer que a bacia não deve funcionar de forma impermeável, com escoamento rápido da água recebida durante uma precipitação. A água deve ser absorvida em parte, por infiltração no solo, armazenada no lençol subterrâneo e drenada gradativamente pelos cursos d'água, mantendo a vazão, principalmente, durante os períodos de seca, o que é fundamental tanto para o uso econômico como para a manutenção do regime hídrico do corpo d'água.

A Figura 5 ilustra a curva de permanência das vazões mínimas específicas da bacia do rio Jaru nas duas estações fluviométricas estudadas. É possível notar que a estação Jaruaru é consideravelmente mais expressiva que a estação Jaru na permanência abaixo de 50%.

Apesar de a estação Jaruaru demonstrar melhor permanência de vazão mínima específica em relação a estação Jaru na maior parte do tempo, a permanência em ambas as estações a partir da garantia de 70% pode ser um ponto de alerta para o abastecimento público do município de Jaru.

Figura 11. Curva das vazões de permanência (Q) mínima específica do rio Jaru nas estações 15564000-Jaruaru e 15565000-Jaru nos anos 2012 a 2017.



Fernandes (2010), ao realizar uma projeção entre demanda de água para abastecimento público e vazões mínimas do rio Jaru, baseado em dados de 1981 a 2009, alertou para um possível

colapso em 2024, onde a demanda por água no município será maior que a vazão disponível para captação. Apesar de o estudo ser anterior a criação do Código Florestal Brasileiro de 2012, que estabeleceu a proteção dos recursos hídricos pela preservação de matas ciliares, Cruz et al. (2017) em estudo da área de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio Jaru, no município de Jaru-RO, notaram irregularidades frente a Lei, tanto na zona urbana quanto na zona rural.

Dentro do contexto do estudo, é importante reforçar que a água do rio não é de uso exclusivo para abastecimento público e que a maior parte da área do município, é usada como pastagem para produção de bovinos, os quais consomem em média 60 litros/animal/dia, antes de a água chegar ao ponto de captação, além dos usos para demais atividades agrícolas e abastecimento rural.

Conclusão

Os resultados obtidos indicam que a área preservada das nascentes contribui para a manutenção das vazões perenes ao longo do curso médio do rio Jaru, incluindo a captação para abastecimento público da cidade. As garantias de permanência de vazões específicas mínimas indicam que o trecho compreendido pela área de drenagem de Jaruaru (que representa apenas 3% da área até Jaru), podem representar quase metade da produção de água na bacia.

Verificou-se que a evolução do desmatamento na bacia pode comprometer as garantias de permanência de vazão a longo prazo, uma vez que a área desmatada continua aumentando.

Uma ação para reversão do processo de desmatamento deve ser incentivada a partir da recuperação das matas ciliares que desempenham importante função de filtração de sedimentos e preservação das margens do rio Jaru.

As características geomorfológicas do rio Jaru, sugerem que essa área será altamente sensível ao desmatamento, considerando que a declividade nesse trecho (até Jaruaru) é três vezes maior que a declividade no curso médio do rio.

Agradecimento

Ao Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM pela cedência de material georreferenciado.

Referências

ANA – Agência Nacional de Águas. 2017. *Conjuntura Recursos Hídricos Brasil*. Disponível em: http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conj2017_rel-1.pdf. Acesso em 07 de agosto de 2018.

ANA – Agência Nacional de Águas. *Medição de descargas líquidas em grandes rios: manual técnico*. Brasília, SGH, 2009.

BACELLAR, L. A. P. O papel das florestas no regime hidrológico de bacias hidrográficas. *Geo.br*. ISSN1519-5708. v. 1, p. 1-39, 2005. Disponível em: <http://jararaca.ufsm.br/websites/deaer/download/VIVIEN/Texto06/exartigorevisao.pdf>. Acesso em 05 de agosto de 2018.

BENINI, R. M.; MENDIONDO, E. M. Urbanização e impactos no ciclo hidrológico na bacia do Mineirinho. *Floresta e Ambiente*, v. 22, n. 2, p. 211-222, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.103114>. Acesso em 07 de agosto.

BEST, A.; ZHANG, L.; McMAHOM, T. WESTERN, A.; VERTESSY, R. *A critical review of paired catchment studies with reference to seasonal flow and climatic variability*. Australia, CSIRO Land and Water Technical. MDBC Publication 56 p. (Technical Report 25/03). 2003. Disponível em: <http://www.clw.csiro.au/publications/technical2003/tr25-03.pdf>. Acesso em 08 de agosto de 2018.

BRASIL. 2010. *Recursos Naturais*. [on-line]. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/editoria/educacao-e-ciencia/2010/10/agua-e-consu-mo-consciente>. Acesso em 07 de agosto de 2018.

BRASIL. Lei 12.651, 25 de maio de 2012. Institui o Código Florestal. *Diário Oficial da União*, Brasília, Seção 1, p. 1. 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em 05 de agosto de 2018.

CARVALHO, A. P.V.; BRUMATTI, D. V.; DIAS, H. C. T. Importância do manejo da bacia hidrográfica e da determinação de processos hidrológicos. *Revista brasileira de agropecuária sustentável*, v. 2, n. 2, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/ojs/rbas/article/view/2768/1252>. Acesso em 04 de agosto de 2018.

CASTRO, M. N.; CASTRO, R. M.; SOUZA, P. C. A importância da mata ciliar no contexto da conservação do solo. *Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia*, v. 4. N. 4, p. 230-24, 2013. Disponível em: <http://www.faculdadearaguaia.edu.br/sipe/index.php/renefara/index>. Acesso em 02 de agosto de 2018.

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada/ESALQ/USP. 2015. *PIB do agronegócio brasileiro 2015*. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx> Acesso em 08 de agosto de 2018.

CEPED – Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. *Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010: volume Rondônia*. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011. Disponível em: [http://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2012/01/AMAZONAS_miolo WEB.pdf](http://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2012/01/AMAZONAS_miolo_WEB.pdf). Acesso em 08 de agosto de 2019.

CHENG, J. D.; LIN, L. L.; LU, H. S. Influences of forests on water flows from headwater watersheds in Taiwan. *Forest Ecology and Management*, v. 165, n. 1-3, p. 11-28, 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00626-0](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00626-0). Acesso em 07 de agosto.

COHEN, J. C. P.; BELTRÃO, J. C.; GANDU, A. W.; SILVA, R. R. Influência do desmatamento sobre o ciclo hidrológico na Amazônia. *Ciência e Cultura*, v. 59, n. 3, p. 36-39, 2007. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-672520070003_00015. Acesso em 07 de agosto de 2019.

CRUZ, P. B. S.; SOUZA, J. B. R.; PAGANI, C. H. P. Análise ambiental a partir do novo código florestal brasileiro de 12.651/12: um estudo da área de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio Jaru no município de Jaru-RO. *Olhar Científico*, v. 3, n. 2, p. 513-536, 2017. Disponível em: <http://www.Olharcientifico.kinghost.net/index.php/olhar/article/view/120> pd f. Acesso em 06 de agosto de 2019.

FERNANDES, D. P. V. Avaliação da vazão da bacia do rio Jaru. 2010. 53 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Faculdade de Rondônia - FARO. Porto Velho.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017a. Panorama municipal. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/jaru/p/panorama>. Acesso em 07 de agosto de 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo agropecuário: resultados preliminares*. ISSN 0103-6157, Rio de Janeiro, v. 7, p.1-108, 2017. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html. Acesso em 06 de agosto de 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contas Regionais do Brasil 2015. 2017b. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/pesquisa/10060/60147>. Acesso em 08 de agosto de 2018.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Valor Bruto da Produção Agropecuária. Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/valor-bruto-da-producaoagropecuaria-vbp>. Acesso em 08 de agosto de 2018.

MATHEUSSEN, B.; KIRSCHBAUM, R.L.; GOODMAN, I.A.; O'DONNELL, G. M.; LETTENMAIER, D. P. Effects of land cover change on streamflow in the interior Columbia River Basin (USA and Canada). *Hydrological Processes*, v. 14, n. 5, p. 867-885, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1085\(20000415\)14:5<867::AID-HYP975>3.0.CO;2-5](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1085(20000415)14:5<867::AID-HYP975>3.0.CO;2-5). Acesso em 08 de agosto de 2018.

NÓBREGA, R. S. Impactos do desmatamento e de mudanças climáticas nos recursos hídricos na Amazônia ocidental utilizando o modelo SLURP. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 29, n. esp, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-778620130024>. Acesso em 07 de agosto de 2018.

OLIVEIRA, P. H. S., FRANCISCO, C. N. Cobertura florestal e disponibilidade hídrica na bacia do ribeirão Espírito Santo em Juiz de Fora-MG. In: XVI Encontro Nacional dos Geógrafos, 16, *Anais*. Porto Alegre: Associação dos Geógrafos Brasileiros, pp. 1-9, 2010.

PAGANI, C. H. P. Dinâmica e consequências da distribuição da cobertura vegetal natural e dos corpos hídricos de Jaru/RO. 2017.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente), Universidade Federal de Rondônia - UNIR. Porto Velho-RO. Disponível em: <http://www.ri.unir.br/jspui/handle/123456789/1791>. Acesso em 07 de agosto de 2018.

RIBEIRO NETO, A. Simulação Hidrológica na Amazônia: Rio Madeira. 2006. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Dicas de economia. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=140>. Acesso em 06 de agosto de 2018.

SOUZA, N. S.; SOUZA, W. J.; CARDOSO, J. M. S. Caracterização hidrológica e influência da cobertura do solo nos parâmetros de vazão do Rio das Fêmeas. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 22, n. 3, p. 453-462, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522017155279>. Acesso em 07 de agosto de 2018.

VIABILIDADE DE ARRANJOS PRODUTIVOS AGROFLORESTAIS EM PROJETOS DE ASSENTAMENTOS NO MUNICÍPIO DE PIMENTA BUENO / RO⁵

Claudia Cleomar XIMENES

Introdução

Uma das preocupações que se herdou do século XXI é a do uso e ocupação do solo de forma descomedida, bem como do uso insustentável dos recursos naturais. Presa-se neste estudo, pela observação em campo e do consenso de que os estudos já realizados contribuem com os dados levantados. Entretanto, primorizou-se pela busca de dados específicos da região que contribuam com a implantação de arranjos produtivos com o uso de sistemas agroflorestais. No que pese o desenvolvimento socioeconômico do PCA Formiguinha, busca-se por alternativas sustentáveis do uso e ocupação do solo.

Na segunda metade do século XX, já com a denominação de SAFs, este tipo de plantio começa a ser disseminado, principalmente, como alternativa para preservação do Meio Ambiente. Desta forma, os espaços geográficos desmatados

⁵ Parte parcial da pesquisa de mestrado sobe orientação da Dra. Marília Locatelli.

passam a ser tomados por uma nova forma de plantio: o uso de espécies arbóreas de grande porte, dividindo espaço com espécies de pequeno porte. Podendo o cultivo ser com espécies anuais, semi-perenes, perenes.

Este tipo de uso do espaço agrícola contribui com a minimização do desmatamento e coíbe o uso excessivo de agrotóxico e a queimada para a limpeza do terreno. A contribuição deste estudo para o município de Pimenta Bueno é de grande valia, considerando que o município está desde o ano de 2007, na lista dos municípios rondonienses que mais desmataram por derrubada e queimada, o seu território.

Apontado pelas Operações Arco de Fogo e a Operação Arco Verde, como município prioritário no combate ao desmatamento, tem sofrido sanções que prejudicam o recebimento de ajuda financeira do Governo Federal.

O objetivo deste estudo é de apresentar dados fidedignos que provem a viabilidade econômica do uso de sistemas agroflorestais em pequenas propriedades, e que o implemento de arranjos produtivos em assentamentos contribui com desenvolvimento regional. Diminuindo custos e maximizando a produção, assim como favorece a recuperação da floresta local.

O levantamento de dados como o custo de implantação, o das fases intermediárias e a do corte das árvores foi salutar para comprovar que o custo está aquém dos benefícios que este tipo de cultivo leva para a Natureza e às pessoas.

Sistemas Agroflorestais

Sistemas Agroflorestais, também conhecidos por sua sigla SAF's, tratam do consórcio de cultivo de espécies vegetais de pequeno porte ou espécies animais, com árvores lenhosas de grande porte. Os SAF's possuem características elementares que legitimam esta forma de produção agrícola, também há SAF's com as seguintes denominações: Sistemas Agrosilvopastoris e Quintais Agroflorestais, os quais podem ser utilizados na proposta de implementação deste estudo, principalmente sendo levado em conta o que o produtor rural já tem em sua propriedade. No que consiste sua importância no desenvolvimento regional, Ximenes e Locatelli (2018) destacam que,

- a) envolvem combinações e manejo da terra, nas quais plantas agrícolas em conjunto com espécies florestais ou arbustos são associadas numa mesma área;
- b) são alternativas produtivas e sustentáveis e proporcionam uma opção estratégica para os pequenos produtores, devido a baixa demanda de insumos (fertilizantes, agrotóxicos, etc.);
- c) representam uma forma de produção mais sustentável e de menos impacto do que as pastagens.
- d) tem aproveitamento intensivo da mão de obra familiar e maior rendimento líquido por unidade de área em comparação com sistemas convencionais de produção. (XIMENES & LOCATELLI, 2018, p. 72).

Este tipo de consórcio contribui com a manutenção do solo, no entanto, alguns cuidados são necessários. Estudos de Locatelli et al., em 2013, apontam que no estado de Rondônia, foram identificados 24 sistemas agroflorestais em seis municípios, com crescimento prejudicado pelo espaçamento inadequado, apesar da

fertilidade do solo ser suficiente em algumas localidades. Para solucionar este problema é necessário planejamento e apoio técnico. Como afirmam Ximenes e Locatelli (2018, p. 72), “O empreendedor necessita de clareza em relação aos pressupostos técnicos necessários para o emprego de qualquer que seja o tipo de cultivo”.

O uso de Sistema Agroflorestal é uma das opções que pode ser contemplado no uso de solo em uma menor proporção do que a forma tradicional. Esta é uma forma próspera de cultivo, pois o ciclo de retorno é mais rápido e constante. Esta forma de uso do solo coopera com um conjunto de tecnologias e sistemas de uso da terra, segundo Locatelli et al. (2010, p. 1), “[...] onde espécies lenhosas perenes (árvores, arbustos, palmeiras), são cultivadas deliberadamente numa mesma área com culturas agrícolas e/ou animais, dentro de um arranjo espacial ou uma sequência temporal”.

Estudos desenvolvidos em Rondônia apontam os SAFs como alternativas produtivas e sustentáveis com baixa necessidade de utilização de insumos químicos. Locatelli et al. (2012, p. 1) destacam que o “[...] maior rendimento líquido por unidade de área em comparação com sistemas convencionais de produção”. Os SAFs são exemplos de uso do solo mais próximo da forma natural da floresta, pela inserção de várias espécies numa mesma área.

Métodos e Técnicas

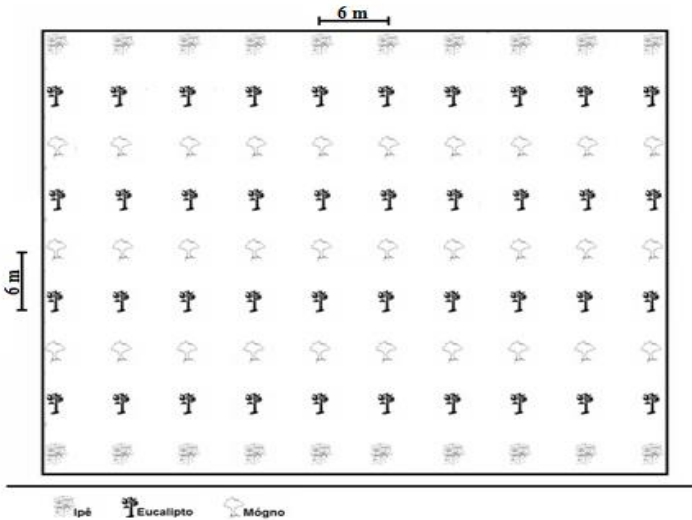
A proposta do SAFs foi realizada e apresentada na

dissertação de mestrado do Programa de Pós Graduação Doutorado e Mestrado em Geografia da Fundação Universidade Federal de Rondônia em 2016.

Foi realizada na proporção para 1 (um) hectare. As espécies arbóreas escolhidas são: eucalipto, mogno e ipê. Os principais fatores foram que o eucalipto desenvolve-se rápido, sendo que cerca de 6 (seis) anos já se pode fazer o corte, e o mesmo depois de cortado desenvolve brotos não sendo necessário o replantio da área. O mogno foi escolhido por ser uma madeira nobre com alto valor de comércio, porém seu crescimento para corte demora pelo menos 15 anos. O ipê foi escolhido por ser uma madeira valorizada e também por sua beleza atrativa de agentes polinizadores, o qual com seus 2 (dois) anos já começa a florir. (CERQUEIRA, 2016).

O espaçamento proposto é na proporção 6m x 6m onde os corredores terão a largura de 6 metros cada e o espaçamento das árvores será de 6 metros uma das outras, no total serão 16 fileiras de árvores e cada fileira suportará 16 exemplares. No local será possível alocar 256 mudas das quais 30 serão de ipê, 113 de pés de mogno e ainda 113 pés de eucalipto como em todos os SAFs (figura 1), serão cultivados outros tipos de cultura nos corredores entre as árvores como, por exemplo: banana, quiabo, jiló, berinjela, maxixe, chuchu, pepino, melancia, melão, abóbora, mandioca, cará, inhame, caxi, batata doce, gengibre, açafrão, amendoim, etc., e no caso de interesse do proprietário, cupuaçu ou cacau ou café, mamão e bananeira ou mandioca como sombreamento provisório do cupuaçu, cacau e outras espécies possíveis de escolha pelos chacareiros. (CERQUEIRA, 2016).

Figura 1: Croqui das espécies arbóreas madeireiras de SAF para o PCA Formiguinha.



Fonte: Cerqueira (2016).

O detalhamento sobre os coeficientes técnicos para a implantação de SAFs foi embasado em artigos científicos, assim como em livros que abrangem o tema proposto. Faz-se necessário o discernimento relacionado às práticas de campo, assim como o valor do preço de mercado para a formulação dos gastos relativos para a viabilização do SAF nos campos, já abertos e não utilizados pelos agricultores familiares do PCA Formiguinha. Para que se possa demonstrar a viabilidade econômica de SAFs, busca-se na literatura disponível na *internet*.

Área de Estudo

O Projeto Casulo de Assentamento (PCA) Formiguinha, foi implementado na então, propriedade da Fazenda Escola Cenequista Abaitará – FAESC, situada à Rodovia RO 010, Km 32, Linha 35. A área do PCA Formiguinha é de 305 ha. (Figura 2), com lotes de 2 (dois) ha. A escolha da área foi analisada e aprovada em virtude da mesma já possuir, na época, escola de formação de técnicos em agropecuária, oferecendo cursos de Ensino Fundamental e Médio, aproximadamente a metade do percurso entre a sede do município de Pimenta Bueno e a sede de Rolim de Moura (CERQUEIRA, 2016).

Foi atribuído o crédito de fomento pelo INCRA, sendo liberada a primeira parcela no valor de R\$ 700,00 (setecentos reais) por família. A segunda parcela foi liberada um ano após a primeira no mesmo valor, somando um total de R\$ 1.400,00 (um mil e quatrocentos reais) de crédito fomento. Logo em seguida, foi liberado o crédito habitação no valor de R\$ 2.500,00 (dois mil e quinhentos reais) por família assentada. Só receberam aqueles que tinham seu cadastro junto ao INCRA e Prefeitura Municipal de Pimenta Bueno, Rondônia. Segundo informações de um dos assentados, poucos foram os que receberam o montante (CERQUEIRA, 2016).

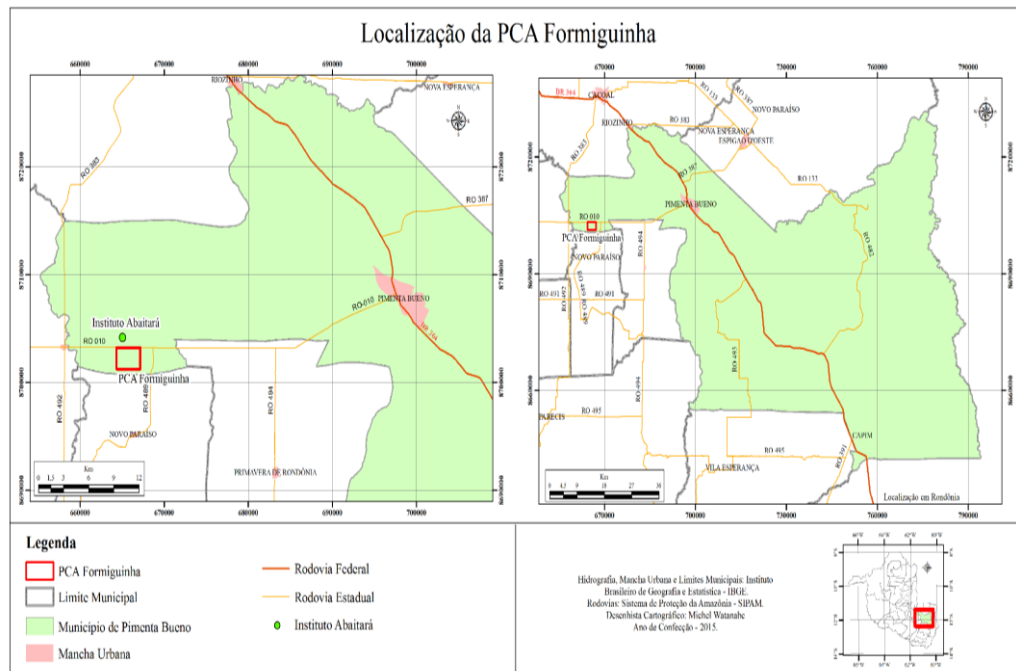
Entre junho e dezembro do ano de 2000, foram realizadas reuniões para a assinatura do Requerimento, Certidão de Posse e contrato de Assentamento. Ocorreu, também, o acompanhamento na aplicação de crédito habitação, abertura de 6 km de estrada e reabertura de 2 km, realização de curso de doces caseiros, licores e compotas em parceria com a SEMAST e Projeto Lumiar, dragagem e preparação do solo de 20 ha para o cultivo de lavoura

branca. Sendo custeado pela secretaria de agricultura, o transporte de material de construção, mudança e transporte (SEMAGRI, 2015), (CERQUEIRA, 2016).

Os limites da área do Projeto Casulo de Assentamento Formiguinha começa no marco 134 em Azimute de $179^{\circ}56'30''$ a uma distância de 1.917,70m até o marco 20, em Azimute de $269^{\circ}41'47''$ em distância de 358,70 até o marco 19, daí em Azimute de $269^{\circ}42'45''$ em distância de 478,30m até o marco M-18 em Azimute de $269^{\circ}43'58''$ em distância de 515,00m até o marco M-17 daí, em Azimute de $269^{\circ}45'29''$ em distância de 483,28m até o marco M-16^a, daí segue em Azimute de $179^{\circ}44'58''$ em distância de 1.963,00m até o marco 16B, daí em Azimute de $271^{\circ}00'00''$ por 1.836,00 até o arco M-134, fechando assim, o Perímetro da área objeto (LEI Municipal N^o 749/GP/PMPB/99). (CERQUEIRA, 2016).

A figura 2 apresenta o mapa de localização da área de estudo, percebe-se que o Projeto Casulo de Assentamento Formiguinha está localizado em frente ao Instituto Abaitará, dividido apenas pela RO 010. Esse projeto é um dos sete assentamentos do INCRA, realizados no município de Pimenta Bueno e está próximo da divisa com o município de Rolim de Moura pela Rodovia mencionada. (CERQUEIRA, 2016).

Figura 2: Mapa de localização do PCA Formiguinha, Pimenta Bueno, Rondônia, Brasil



Fonte: Cerqueira (2016)

A Lei Municipal nº 749 de maio de 1999, autoriza destinação da área para a implantação do projeto Casulo e dá ao Poder Executivo de Pimenta Bueno autorização a firmar acordos e convênios com entidades públicas e privadas para a implantação do mesmo. Em 27 de julho de 1999 é criado o PCA Formiguinha de Pimenta Bueno, Rondônia. Em parecer técnico da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental – SEDAM, de 20 de agosto de 2001, concernente à área de assentamento “Projeto Casulo”, preconizou-se:

- a) Restauração da área degradada natural, respeitando-se o princípio da equivalência;
- b) Implantação na área, cultivares do trópico úmido (pupunha, açaí, pinho cuiabano, e árvores frutíferas em consórcio, teca, entre outros); e
- c) Permuta realizada na área do projeto; acordado entre os assentados, o compromisso de salvaguardar a referida área implantada, perenemente, com visitas periódicas pela SEDAM. Com isso o Governo Estadual demonstrou-se favorável ao implemento do Projeto.

A proposta foi firmada, inicialmente por meio de *Carta de adesão ao projeto Casulo*, pelo Governo Municipal ao Governo Estadual. Na lista inicial, de 73 famílias a serem assentadas, apenas 16% dos lotes figura o nome da mulher como proprietária principal. A meta do projeto é de promover espaços de produção rural, incorporando meios alternativos de sobrevivência a famílias remanescentes do meio rural. Os maiores beneficiários do Projeto foram trabalhadores rurais sem terra e que se encontravam desempregados ou em situações de subempregos, morando na periferia do município de Pimenta Bueno/RO.

Avaliação Econômica: Proposta de Implemento de SAFs

No estudo de viabilidade econômica detectou-se que para a obtenção dos custos para *implantação* do SAF de uma propriedade de 1 (um) hectare necessitam de coeficientes conforme tabela 1. O período de implantação do SAF leva 3 (três) anos, pois esta é a fase de formação em que as árvores estão se firmando.

Tabela 1: Custo de Implantação de SAFs, quanto às espécies arbóreas lenhosas

Operações	Especificações	Valor unitário (R\$)	Fase de Formação					
			Ano 1		Ano 2*		Ano3*	
			Qtd.	Valor (R\$)	Qtd.	Valor (R\$)	Qtd.	Valor (R\$)
A - Operações Mecanizadas								
Aração	HM	100,00	2	200,00	1	100,00	1	100,00
Grada-								
gem	HM	100,00	2	200,00	1	100,00	1	100,00
Total			4	400,00	2	200,00	2	200,00
B - Operação Manuais								
Plantio de Mudas	Diária	50,00	3	150,00	1	0,00	1	0,00
Replanteio	Diária	50,00	0	0,00	1	50,00	1	50,00
Limpeza e								
desbrota	Diária	50,00	3	150,00	2	100,00	2	100,00
Corte das árvores	Diária	50,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Colheita de	Diária	50,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00

sementes								
TOTAL			6	300,00	4	150,00	4	150,00
C – Insumo**								
Mudas de Eucaliptos	R\$/ Unidade	3,00	113	339,00	25	75,00	15	45,00
Mudas de Mogno	R\$/ Unidade	5,00	113	565,00	10	50,00	5	25,00
Mudas de Ipê	R\$/ Unidade	3,00	30	90,00	5	15,00	5	15,00
Sementes Diversas (frutas, verduras e legumes)	R\$/kg	40,00	3	120,00	1	40,00	1	40,00
Mudas Frutíferas (diversas)	R\$/ Unidade	5,00	100	500,00	0	0,00	0	0,00
Fertilizantes	R\$/Sc	60,00	10	600,00	1	60,00	1	60,00
Irrigação	R\$/ Geral	1.000,00	1	1.000,00	0	0,00	0	0,00
TOTAL				3.214,00		240,00		185,00
D - Custo Operacional Efetivo (COE)				3.914,00		590,00		535,00
Outras despesas								
Alimen- tação	Traba- lhador	17	8	136,00	6	102,00	4	68,00

Combustível	Litro	3,25	60	195,00	5	16,25	5	16,25
Depreciação da Irrigação						200,00		200,00
TOTAL				331,00		318,25		284,25
Custo operacional total (COT)				4.245,00		908,25		819,25

*Estimativa de perda e necessidade de reposição de mudas

** Irá variar de acordo com o que a chácara possui no solo

Fonte: Cerqueira (2016).

Operações mecanizadas; operações manuais e insumos importantes para a realização de cada ação, dentre cada coeficiente há diversas outras especificidades de custo, como no caso do coeficiente das operações mecanizadas, onde se enquadram: aração, gradagem e o destocamento, assim como outros. Esses coeficientes foram determinados a partir do desenvolvimento da análise dos custos no valor atual para os horizontes de planejamento, estabelecidos a médio e longo prazo.

Diferente da tabela 1 que apresenta os insumos utilizados nos três primeiros anos, o que aqui se caracteriza como fase de implantação de um SAF, na tabela 2 apresentam-se os anos referentes às fases intermediárias, classificando-as como *intermediária com depreciação* (Anos: 4, 5, 8, 9, 10, 11, 14, 16, 17, 20, 21, 22 e 23) e *intermediária sem depreciação* (Anos: 7, 13, 19 e 25). No 25º ano ocorre um fato atípico que coincide com o fim da depreciação e o corte do Ipê. Sendo das três espécies arbóreas lenhosas do SAF, o Ipê é o que necessita de mais tempo para o corte. Nos anos em que não há depreciação (Tabela 2)

diminuem em seu custo R\$ 200,00 (duzentos reais) os quais em termos contábeis, são destinados a reserva de capital para a reposição de futuras re-implantações.

Tabela 2: Custo do SAFs nas Fases Intermediárias — espécies arbóreas lenhosas

Operações	Especificações	Valor unitário (R\$)	Fase Intermediária (Com Depreciação)		Fase Intermediária (Sem Depreciação)	
			Ano 4, 5, 8, 9, 10, 11, 14, 16, 17, 20, 21, 22 e 23		Ano 7, 13, 19, e 25	
			Qtd.	Valor (R\$)	Qtd.	Valor (R\$)
A - Operações Mecanizadas						
Aração	Hora Máquina	100,00	1	100,00	1	100,00
Gradagem	Hora Máquina	100,00	1	100,00	1	100,00
TOTAL			2	200,00	2	200,00
B - Operação Manuais						
Plantio de Mudas	Diária	50,00	0	0,00	0	0,00
Replantio	Diária	50,00	0	0,00	0	0,00
Limpeza e desbrota	Diária	50,00	2	100,00	2	100,00
Corte das árvores	Diária	50,00	0	0,00	3	150,00
Colheita de sementes	Diária	50,00	0	0,00	0	0,00
TOTAL			2	100,00	5	250,00
C – Insumo						
Mudas de Eucaliptos	R\$/Unidade	3,00	0	0,00	0	0,00

Mudas de Mogno	R\$/Unidade	5,00	0	0,00	0	0,00
Mudas de Ipê	R\$/Unidade	3,00	0	0,00	0	0,00
Sementes Diversas (frutas, verduras e legumes)	R\$/kg	40,00	2	80,00	2	80,00
Mudas Frutíferas (diversas)	R\$/Unidade	5,00	0	0,00	0	0,00
Fertilizantes	R\$/Sc	60,00	1	60,00	1	60,00
Irrigação	R\$/Geral	1.000,00	0	0,00	0	0,00
TOTAL				140,00		140,00
D - Custo Operacional Efetivo (COE)				440,00		440,00
Outras despesas						
Alimentação	Trabalhador	17	4	68,00	4	68,00
Combustível	Lt	3,25	5	16,25	5	16,25
Depreciação da Irrigação				200,00		0,00
TOTAL				284,25		84,25
Custo operacional total (COT)				724,25		524,25

Fonte: Cerqueira (2016).

Tabela 3: Custo do SAF nos anos de corte de todas as espécies arbóreas lenhosas

Operações	Especificação	Valor unitário (R\$)	Fase de Corte Eucalipto		Fase de Corte Mogno		Fase de Corte Ipê	
			Ano 6, 12, 18 e 24		Ano 15		Ano 25	
			Qtd.	Valor (R\$)	Qtd.	Valor (R\$)	Qtd.	Valor (R\$)
A - Operações Mecanizadas								
Aração	HM*	100,00	1	100,00	1	100,00	1	100,00
Grada-								
Gem	HM*	100,00	1	100,00	1	100,00	1	100,00
TOTAL			2	200,00	2	200,00	2	200,00
B - Operação Manuais								
Plantio de Mudas	Diária	50,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Replanteio	Diária	50,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Limpeza e desbrota	Diária	50,00	2	100,00	2	100,00	2	100,00
Corte das árvores	Diária	50,00	3	150,00	3	300,00	2	100,00
Colheita de sementes	Diária	50,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
TOTAL			5	250,00	8	400,00	4	200,00
C – Insumo								
Mudas de Eucaliptos	R\$/ Unid..	3,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Mudas de Mogno	R\$/ Unid..	5,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Mudas de Ipê	R\$/ Unid..	3,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00

Sementes Diversas								
(frutas, verduras e legumes)	R\$/kg	40,00	2	80,00	2	80,00	2	80,00
Mudas Frutíferas (diversas)	R\$/Unid..	5,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Fertilizantes	R\$/Sc	60,00	1	60,00	1	60,00	1	60,00
Irrigação	R\$/Geral	1.000,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
TOTAL				140,00		140,00		140,00
D - Custo Operacional Efetivo (COE)				590,00		740,00		540,00
Outras despesas								
Alimentação	Trabalhador	17	7	119,00	7	170,00	7	102,00
Combustível	Lt	3,25	60	195,00	60	227,50	60	97,50
Depreciação da Irrigação				200,00		200,00		0,00
TOTAL				514,00		597,00		199,50
Custo operacional total (COT)				1.104,00		1.337,50		739,50

*Hora Máguina. **Fonte:** Cerqueira (2016)

Com características de períodos de manutenção do SAF os anos em que se dão os cortes das espécies arbóreas lenhosas

(Eucalipto, Mogno e Ipê), com destaque ao fato de ser em anos diferentes, há aumento no Item B, D e outras despesas. O Eucalipto é a única espécie sugerida para o SAF que possibilita mais de um corte com o mesmo plantio, devido a sua capacidade de brotar por três temporadas. O mogno com 15 anos pode ser cortado, porém, tem a opção de ser cortado em 20 anos o qual pode até dobrar sua capacidade de crescimento por m³. No caso do Ipê, a perspectiva de corte é para 25 anos. A tabela 3, especifica os custos relacionados a cada ano em que ocorrem os cortes.

Os custos apresentados são relativos às espécies arbóreas lenhosas, bem como das espécies anuais e temporárias. Algumas espécies são mais rentáveis do que outras, além de contribuir com a subsistência do agricultor. A banana, por exemplo, é voltada para a comercialização, assim como oferece sombreamento necessário ao estabelecimento de outras espécies. Arco-Verde e Amaro (2011, p. 19) apontam que a banana tem características que “[...] otimiza o uso do solo e apresenta rápidos retornos financeiros (menos de um ano)”.

No contexto, a mandioca e o milho contribuem para a segurança alimentar do produtor tanto quanto para abastecimento do mercado, de acordo com Arco-Verde (2011, p. 19) terá retorno “[...] durante o período de implantação do sistema (até três anos)” e, o ingá como espécie adubadora, a exemplo do autor servirá “[...] para aumentar a fertilidade do solo, a ciclagem de nutrientes e a disponibilidade de matéria orgânica no solo [...]” (Ibid. p. 19).

O DRE - Demonstração do Resultado do Exercício (resultado final das tabelas 11, 12 e 13) foi considerada a receita com a venda da madeira do Eucalipto, Mogno e Ipê. Como 100%

dos chacareiros possuem algum tipo de produção anual (agricultura e pecuária), o SAF levará em conta o que já é produzido, ou seja, o plantio das espécies arbóreas lenhosas será de forma que seja incorporado aos plantios existentes.

A estimativa de renda das espécies arbóreas madeireiras sugeridas na proposta de SAFs reforça a ideia de que se trata de um bom investimento, devido ao valor de sua receita bruta e baixo custo de implantação. Sendo possível obter uma renda sobre as madeiras a partir de 6 (seis) anos, como no caso do Eucalipto que já se obtém renda (Tabela 14). Não significa que o produtor trabalhará e conseguirá tirar o custo do investimento somente em 6 anos, pois o cultivo de outras culturas dentre as espécies arbóreas madeireiras possibilitará um aumento da renda familiar.

Tabela 4: Estimativa de renda bruta por ciclo de corte

Espécies	Idade Colheita	Qtd *	Produção Esperada**		Receita Bruta	
			M ³ por Indivíduo	Total M ³	Valor M ³	Total M ³ R\$
Eucalipto	6	113	0,25	28,25	110,00	3.107,50
Ipê	25	30	0,26	7,8	2.250,00	17.550,00
Mogno	15 a 20	113	0,85	96,05	2,250,00	216.112,50

** Neste estudo foi considerada a menor metragem, podendo haver o dobro de produção. *Qtd = Quantidade. **Fonte:** Cerqueira (2016).

Das três espécies madeireiras escolhidas o eucalipto obtém em seis anos uma receita bruta média de R\$ 3.107,50 (três mil cento e sete reais e cinquenta centavos). Tendo a possibilidade de mais três ciclos de corte, não sendo necessário o replantio da área graças à brotação, o que no fim dos três ciclos poderá chegar a R\$ 12.430,00 (doze mil e quatrocentos e trinta reais).

O ipê em seu ciclo produziu apenas 0,26 m³ por indivíduo, isto em baixa escala, porém, a sugestão da utilização do ipê refere-se a sua atração de animais polinizadores, aumentando a produção das espécies perenes, semi perenes e anuais cultivadas nos corredores dos SAFs. O mogno tem o melhor rendimento de m³ num período que varia entre 15 a 20 anos. Com o cuidado de seu cultivo poderá chegar a um m³ por indivíduo. Na Tabela 5 encontra-se a demonstração do resultado do exercício no final do

período de 25 anos (isto considerando os valores atuais).

Tabela 5: DRE – Demonstração do resultado do Exercício no final do período de 25 anos – estimativa da proposta do SAF

Receita Bruta	246.092,50
(-) Deduções e abatimentos (5%)	12.304,62
(=) Receita Líquida	233.787,88
(-) CPV (Custo de produtos vendidos) ou CMV (Custos de mercadorias vendidas)	23.453,50
(=) Lucro Bruto	210.334,38
(=) Resultado Antes IRPJ CSLL	210.334,38
(=) Resultado Líquido	210.334,38

Fonte: Cerqueira (2016)

Com a proposta de implantação de SAFs no PCA Formiguinha, o produtor obterá uma renda no final dos ciclos de corte da madeira, alcançando uma renda líquida de R\$ 207.669,50 (duzentos e sete mil e seiscentos e sessenta e nove reais e cinquenta centavos) em 25 anos. Entretanto, em cada ciclo (mogno de 15 a 20; ipê 20 a 25 e o eucalipto de 5 a 10 anos) o produtor terá lucro com uma das espécies, como pode ser visto na Tabela 6.

Tabela 6: Demonstração por espécie, no final de cada ciclo – estimativa da proposta do SAF

	Eucalipto	Ipê	Mogno	Geral
Receita Bruta	12.430,00	17.550,00	216.112,50	246.092,50
(-) Deduções e abatimentos (5%)	621,50	877,50	10.805,62	12.304,62
(=) Receita Líquida	11.808,50	16.672,50	205.306,88	233.787,88
(-) CPV (Custo de produtos vendidos) ou CMV (Custos de mercadorias vendidas)	1.184,62	1.672,58	20.596,30	23.453,50
(=) Lucro Bruto	10.623,88	14.999,92	184.710,58	210.334,38
(=) Resultado Antes IRPJ CSLL	10.623,88	14.999,92	184.710,58	210.334,38
(=) Resultado Líquido	10.623,88	14.999,92	184.710,58	210.334,38

Fonte: Cerqueira (2016)

Esta proposta de SAF poderá ser adequada conforme as necessidades e interesses de cada produtor. Deverá, também, ser levado em conta as culturas existentes nas chácaras, como por exemplo, o aproveitamento das espécies arbóreas, sejam elas frutíferas ou madeireiras. Uma outra questão relevante a ser considerada são as propriedades que tem monocultura, como por exemplo de milho, de abacaxi, de café e de urucum. Nestas se propõe a análise econômica da área e o redesenho da distribuição das espécies arbóreas madeireiras. Sendo a monocultura prejudicial ao solo, o SAF surge como solução para a recomposição do mesmo.

Para a formação dos SAFs, os entes federativos têm que ser participativos, colocar em prática as propostas e acordos

governamentais já firmadas com a comunidade do PCA Formiguinha. Assim como fazer valer a legislação brasileira no que tange ao desenvolvimento dos assentamentos rurais e afins. A proposta, ora apresentada para a área de estudo, tem potencial para se estender as outras localidades, o que contribuirá para a reposição das matas derrubadas, quanto de forma simultânea, para que o produtor tenha uma reserva de capital com retorno a médio e longo prazo.

Por meio dos indicadores econômicos: Valor Presente Líquido (VPL) e a Relação Benefício – Custo RB/C, identificou-se a viabilidade econômica do SAF's numa propriedade utilizando 1 (um) hectare.

$$VPL = \sum_{j=1}^{25} \frac{246.092,50_{25} - 17.481,00_{25}}{(1 + 0,1415)^{25}} - 5.972,50 = 2.387,40$$

Onde:

R_j = receitas no período j

C_j = custos no período j

i = taxa de desconto (juros)

n = duração do projeto, em anos, ou em números de períodos de tempo

I = investimento inicial

Este resultado significa que mesmo com o ganho financeiro R\$ 210.334,38 (duzentos e dez mil e trezentos e trinta e quatro reais e trinta e oito centavos) a receita das espécies arbóreas projetadas para 25 anos valerá R\$ 2.387,40 (dois mil e trezentos e oitenta e sete reais e quarenta centavos). Sendo assim, valeria

investir nesse negócio ou projeto por qualquer valor abaixo do VPL e, não valeria, em qualquer valor acima.

Considerações Finais

Este estudo contribui com a concepção da possibilidade de implantação de SAFs no PCA Formiguinha. O proposto contribuirá com o fomento da economia regional, ocasionando a médio e longo prazo arranjos produtivos de SAFs, o qual será alcançado com a implantação de SAFs nos lotes, com cultivos anuais (arroz, mandioca, feijão, milho e etc.); semi-perenes (banana, maracujá, mão e etc.); perenes (cupuaçu; café, cacau, acerola, açai pupunha, pimenta-do-reino e etc.); espécies florestais (mogno, eucalipto, ipê e etc.); espécies adubadoras (ingá, glirícidia e etc.).

Outro ponto a ser destacado neste estudo é que há toda uma dinâmica social e econômica em que as políticas públicas poderão contribuir com o implemento dos SAFs, bem como o interesse dos proprietários, os quais, no período das entrevistas se mostraram interessados, porém, em 100% dos mesmos, manifestaram que o Governo teria que ajudá-los neste trabalho. Elencando o proposto pelo município e por órgãos do Governo Estadual e Federal, no período em que se deu a colonização do PCA Formiguinha, muito se tem a ser resolvido entre o Poder Público e os chacareiros do assentamento.

Contudo, o Município de Pimenta Bueno, através da Secretária de Meio Ambiente, Agricultura e Turismo (SEMAGRI), busca em 2018, junto aos proprietários das chácaras

do assentamento soluções para os problemas mais graves e, a questão ÁGUA é o que mais tem preocupado a todos. Mesmo tendo nascentes de água espalhados pelo PCA Formiguinha, não são o suficiente para atender todos os moradores, pois mais de 70% das propriedades estão desprovidas de água superficial, sendo necessária a perfuração do solo para conseguir água. A solução encontrada pela SEMAGRI é da realização de poço artesiano numa área de alto relevo que possa distribuir para todas as propriedades, pelo processo de canalização.

Com o estudo realizado e os dados apresentados, pode-se confirmar a viabilidade econômica do uso de sistemas agroflorestais em pequenas propriedades, e que, com o implemento de arranjos produtivos, contribuirá com o desenvolvimento regional. Assim, com os arranjos, o escoamento da produção dos produtos de pequeno porte terá o custo reduzido por ser realizado, mormente, no mesmo período, assim como pode ser feito por uma associação rural que ajude na logística de venda do produto final, bem como a aquisição de insumos.

Por conseguinte, propõe-se que os órgãos públicos repensem a forma de atender os assentamentos rurais, proporcionando condições de crescimento em todos os aspectos em se tratando das condições humanas num dado espaço. No que constam os métodos e técnicas do estudo é possível a reconstrução da pesquisa e implemento de sistemas agroflorestais (SAFs) nas propriedades em que se pese esta investigação.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos durante todo o curso de mestrado em Geografia pela PPGG/UNIR.

In Memoriam a professora Dra. Marília Locatelli que inspirou e contribuiu com esta pesquisa. Durante toda a pesquisa de campo, esteve orientando, acompanhando *in loco* no campo de pesquisa, contribuiu tanto com a evolução da mesma, ajudou e continuará a ajudar com o seu legado de estudos publicados sobre Sistemas Agroflorestais.

Referências

FRANCIA, M.; AMARO, G.. *ARCO-VERDE: Cálculo de Indicadores Financeiros para Sistemas Agroflorestais*. Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2011. 48p. (Documentos / Embrapa Roraima, 44). [on-line]. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54859/1/DOC-44-2011-ID-104.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

CERQUEIRA, C. C. A. X. *Uso e ocupação do solo no PCA Formiguiinha, Pimenta Bueno, Rondônia: análise e proposta de arranjos produtivos*. Porto Velho, Rondônia, 2016. 124f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1066511>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

LOCATELLI, M.; VIEIRA, A. H.; MARCOLAN, A. L.; PEQUENO, P. L. de L.; MARTINS, E. P.; PIMENTEL, C. A.; GONÇALVES, E. L. *Caracterização química do Solo e Crescimento de Schyzolobium parahyva var. amazonicum (Huber ex Ducke) em Sistemas Agroecológicos no estado de Rondônia*. In: FERTBIO, Maceió (AL), 17 a 21 de setembro de 2012. [on-line]. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/68812/1/FERTBIO-1192.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

LOCATELLI, M.; VIEIRA, A. H.; MARCOLAN, A. L.; COSTA, A. B. da; AUZIER NETO, J. V.; MARCANTE, P. H.;; PEQUENO, P. L. de L. *Caracterização Biofísica de Sistemas Agroflorestais em Vale do Anari, Rondônia, Brasil*. In: Anais XVIII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água: Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil. Agosto de 2010. [on-line]. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/25644/1/caracterizacao.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

XIMENES, C. C.; LOCATELLI, M. *Sistemas Agroflorestais e Arranjos Produtivos: Alternativa de Sustentabilidade em Pequenas Propriedades Rurais*. In: CERQUEIRA, Claudia Cleomar Araujo Ximenes; LOCATELLI, Marília; OLIVEIRA, Adriana Correia de; SOUZA JUNIOR, Benedito de Matos (org.). *Transformação Espacial: apropriação dos recursos naturais*. Editora: CRV, 1 ed. Curitiba, 2018. 146p. pp. 66-74.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DE POÇOS RASOS NO BAIRRO BOM JARDIM MUNICÍPIO DE ROLIM DE MOURA/RO

*Uiles Jesus OLIVEIRA
Fortunato Tomaz SILVA
Rosalvo STACHIW
Gannabathulasree VANI
Hilton Lopes JUNIOR*

Introdução

A água ocupa aproximadamente três quartos de toda a superfície da Terra, é um dos principais recursos imprescindíveis para a vida, sendo distribuída na forma de água salgada, com cerca de 97,13%, e apenas 2,87% na forma de água doce. Deste volume, 78,05% concentram-se em geleiras, 21,32 % em subsolos e 0,63 % em rios e lagos (BENEDETTI, 2013).

A água é considerada um direito básico do ser humano, porém está se tornando um dos maiores problemas globais, em função de sua escassez e perda de qualidade (NETO et al., 2008). A água é um dos elementos indispensáveis à vida, sendo fundamental para o bom funcionamento do organismo (GUYTON, 2003). A falta de tratamento de esgoto e de saneamento básico é preocupante, pois a água para ser considerada potável tem que atender determinados requisitos

quanto a sua natureza física, química e biológica (ALLEGRETTI, 2001).

Segundo Silva (2003), a água destinada para consumo humano pode ser obtida por diversas formas, como de mananciais subterrâneos, que são os mais utilizados pela maioria dos brasileiros e podem ser obtidos por meio de poços artesianos ou por poços rasos com menores profundidades, sendo esses com maior possibilidade de contaminação.

Poços com baixo estado de conservação e deficitário de manutenção são mais comuns a presença de bactérias e agentes biodegradáveis. Essas questões são particularmente mais preocupantes em áreas periféricas de cidades, onde há falta de rede de saneamento básico colocando os poços de abastecimento domiciliar em risco de contaminação (HIRATA, 1997). Isso porque, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), diversas doenças, como cólera, disenteria, esquistossomose, giardíase, ascaridíase e amebíase estão vinculadas a vias hídricas por secreção de pessoas ou animais infectados (REBOUÇAS, 2003). Em adição, cerca de 15 milhões de crianças com idade inferior a cinco anos morrem por ano, por escassez ou falta de um sistema apropriado de abastecimento de água e esgoto (FERNANDEZ; SANTOS, 2007).

A água destinada ao consumo humano, segundo a portaria do Ministério da Saúde nº 2.914 de 2011, considera que deve ser isenta de qualquer agente contaminante de caráter físico, químico e biológico. As proximidades de fossas sépticas e rede de esgoto doméstico deixam os poços mais vulneráveis às ações microbianas, o que reforça a hipótese dessas águas estarem sendo

contaminadas, principalmente por microrganismos (Coliformes termotolerantes e *E.coli*).

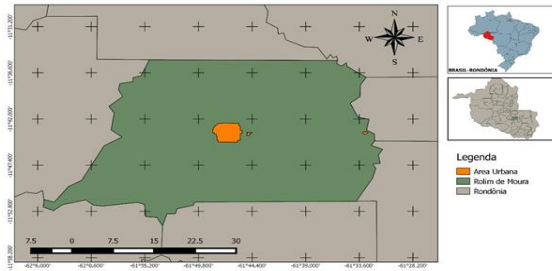
A investigação da qualidade das águas de poços rasos em Rolim de Moura contribuirá para o levantamento de dados, a fim de verificar como estão as águas subterrâneas no bairro Bom Jardim, associando os resultados obtidos a possíveis contaminações em função da proximidade dos poços com rede de esgoto e fossas sépticas, associadas a doenças causadas por vetores. As análises quantitativas e qualitativas dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos são o ponto de partida para uma investigação da qualidade das águas para determinar o grau de potabilidade dos poços (OLIVEIRA, 2018).

A partir do pressuposto, o objetivo do trabalho consiste em realizar uma análise de dados sobre a qualidade das águas de dez poços rasos localizados no bairro Bom Jardim, município de Rolim de Moura, correlacionando-os com as características geográficas e sanitárias do bairro.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido em área do município de Rolim de Moura, no Estado de Rondônia (Figura 1). O município está localizado na latitude 11°48'13" Sul e longitude 61°48'12" Oeste, a uma altitude de 290 metros e possui uma área de 1.487,35 km². Com uma população de 62.017 habitantes, é a 6^a mais populosa cidade de Rondônia, sustenta o 7^o maior PIB do Estado, possui o 18^o melhor IDH da região Norte e também é a capital da Zona da Mata Rondoniense (IBGE, 2016).

Figura 12: localização geográfica da área urbano do município de Rolim de Moura - RO.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Figura 13 – Mapa de localização da área de estudo, bairro Bom Jardim, município de Rolim de Moura- RO.



Fonte: Autoria própria, 2018.

As coordenadas geográficas dos pontos de análises – latitude e longitude – foram feitas com o auxílio de receptores

GPS, e a montagem do banco de dados foi realizada no “Google Earth”. Para a realização da pesquisa foram selecionados aleatoriamente 10 poços rasos, localizados no bairro Bom Jardim (Figura 2). O presente estudo trata de uma pesquisa qualitativa, com análises laboratoriais realizadas durante o mês de agosto de 2017. Foram coletados 250 ml de água em garrafas de vidro previamente esterilizadas, e após o procedimento de coletas, foram armazenadas em caixas térmicas com temperatura máxima de 10°C, e transportadas para o laboratório de análises da Universidade Federal de Rondônia, *Campus* de Rolim de Moura.

Os parâmetros físico-químicos foram determinados utilizando as seguintes metodologias e procedimentos: Temperatura por termômetro, sendo o valor obtido no momento da coleta; pH utilizando um pHmetro; Dureza por método titulação com EDTA; Oxigênio Dissolvido por oxímetro; Cor por aparelho de Colorímetro; Condutividade Elétrica por condutivímetro; Turbidez por meio de um turbidímetro; Nitrato e Nitrito por métodos colorimétricos, saliente-se portanto, que no nitrato utilizou-se o método por Ácido Cromotrópico.

Para análise microbiológica, identificação de coliformes totais e *Escherichia coli*, foram utilizados tubos de ensaio contendo Caldo Lauril Sulfato Triptose, suplementado com 4-metilumbeliferil- β -D-glucuronídeo (LST-MUG) (Merck). Nesses foram inoculadas as amostras e incubados em estufa bacteriológica a 35 °C por 48 horas. Após a incubação, foi verificada a presença de gás nos tubos de Durham. Os parâmetros analisados físico-químicos e microbiológicos foram comparados com os valores máximos permitidos, segundo a portaria do Ministério da Saúde nº 2.914 de 2011, verificando o grau de potabilidade, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Padrão Físico-químico e microbiológico de potabilidade da água para consumo humano, segundo a portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011.

Parâmetro	Unidade de medida	Valores Máximos Permitidos
pH	-	6 a 9
Oxigênio Dissolvido	mg.L ⁻¹	5mg.L ⁻¹ (1)
Condutividade	µS. Cm ⁻²	*
Cor	uT	15 uT
Nitrito	mg.L ⁻¹	1mg.L ⁻¹
Nitrato	mg.L ⁻¹	10 mg.L ⁻¹
Turbidez	UNT	5 UNT
Temperatura	°C	*
Coliformes Fecais	UFC/100 ml	Ausente
<i>E.coli</i>	UFC/100 ml	Ausente

(*) valores não estabelecidos pela Portaria MS nº 2.914/2011. (1) valor mínimo estabelecido pela Portaria MS nº 2.914/2011. (-) não possui unidade de medida.

Fonte: Ministério da Saúde.

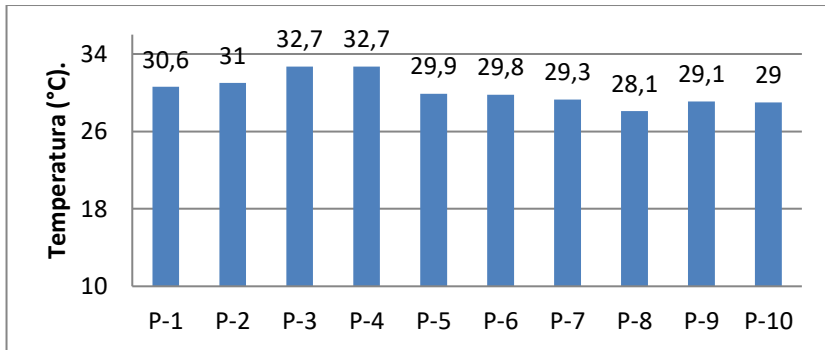
Resultados e Discussões

Em síntese, a figura 3 até 11 fornece os valores gerais respectivamente para temperatura, oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico, condutividade, nitrito, nitrato, turbidez, cor e microbiológico, determinados após as análises das amostras coletadas no bairro Bom Jardim(Figura 2). Os parâmetros

condutividade, cor, nitrito e nitrato apresentaram índices satisfatórios, enquanto oxigênio e turbidez apenas 20% das amostras apresentaram índices insatisfatórios, não atenderam os limites recomendados pelo Ministério da Saúde. A água destinada para o consumo humano é considerada potável quando atende as exigências de potabilidade, estabelecido pelo Ministério da Saúde de acordo com os valores máximos permitidos (VPM) para os parâmetros químicos, físicos e microbiológicos, regulamentado pela portaria do Ministério da Saúde nº 2.914 de 2011 (BRASIL, 2011).

A temperatura das águas no momento da coleta apresentaram pequenas variações, ficando entre 28,1°C e 32,7°, conforme mostra a Figura 3. E esse valor foi registrado no momento da coleta, obtendo uma média de 30,2°C, média superior encontrada por Oliveira (2018), que apresenta variação de 27,4°C a 30,6°C, e média de 28,8°C. Os resultados apresentados demonstraram uma variação de temperatura em estações diferentes do ano. Um dos possíveis fatores que possam ter contribuído para o aumento das temperaturas, seria o período de amostragem ter sido realizado em época de estiagem no município.

Figura 14 - Temperaturas (°C) registradas nos pontos de coletas no bairro Bom Jardim, município de Rolim de Moura – RO

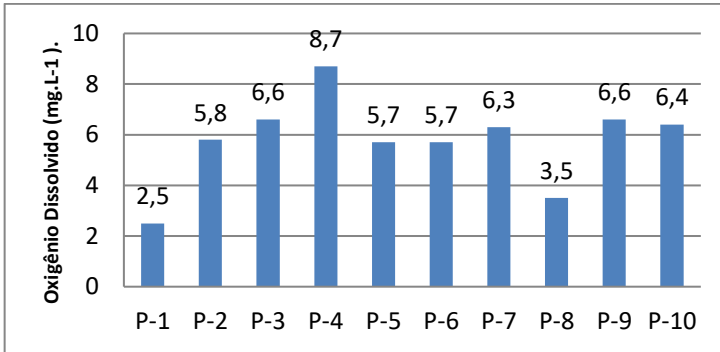


Fonte: Autoria própria, 2018.

A temperatura desempenha um papel principal de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de variáveis físico-químicas, e nas atividades metabólicas dos organismos que possuem limites de tolerância térmica características para o desenvolvimento de cada espécie (BRASIL, 2006).

De acordo com os resultados apresentados na Figura 4, observou-se que os pontos P-01 e P-08 corresponderam a 20% das amostras, que não atendem a portaria do Ministério da Saúde, ficando com concentração inferior a 5 mg.L^{-1} .

Figura 15 – Nível de Oxigênio Dissolvido (mg.L^{-1}) nos dez pontos de coleta no bairro Bom Jardim, município de Rolim de Moura – RO.



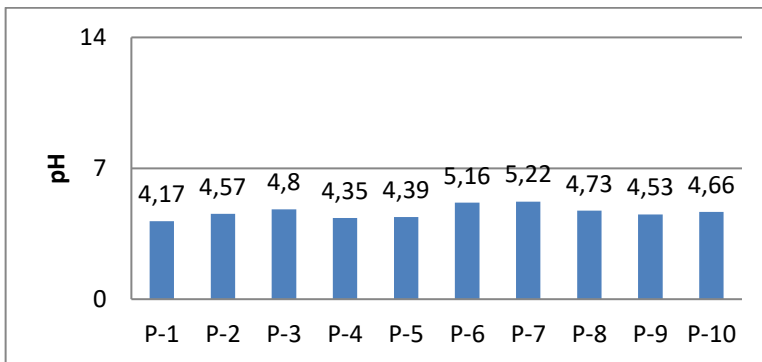
Fonte: Autoria própria, 2018.

Trabalho semelhante realizado por Oliveira (2018) no mesmo bairro e pontos distintos, apresentaram 100% de suas amostras com valores inferiores ao limite estabelecido pela portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde. Tais resultados podem ter tido divergência devido ao período de realização das amostragens, em consideração aos dois períodos opostos de estiagem e chuvoso. O Ministério da Saúde através da portaria 2914/2011, estabelece valor mínimo de 5 mg.L^{-1} de oxigênio dissolvido. Segundo Wetzel et.al, (2000), o nível baixo de oxigênio dissolvido é decorrente da oxidação da matéria orgânica, indicando a presença de agentes patogênicos, e sua concentração na água está relacionada a temperatura, pressão e salinidade.

Verifica-se que os valores do potencial de hidrogeniônico (pH) nos dez pontos de amostragem, apresentaram variações de

4,17 a 5,22 e média geral de aproximadamente 4,7, indicando a acidez da água, conforme mostra a figura 5.

Figura 16 – Registros da concentração potencial de hidrogênio (pH) nos pontos de coleta no bairro Bom Jardim, município de Rolim de Moura – RO.

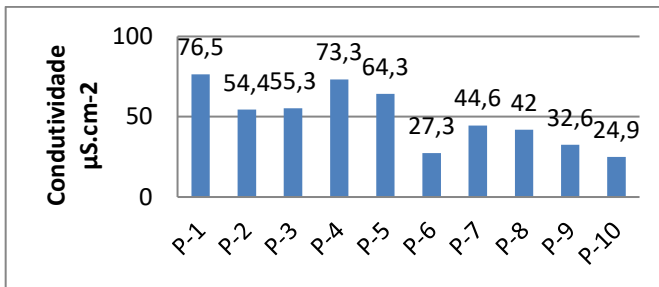


Fonte: Autoria própria, 2018.

A portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde determina que o pH da água para o consumo humano deve estar entre 6 e 9. A Organização Mundial da Saúde (2011) considera o pH um parâmetro desejado para determinar a qualidade de água, mas não obrigatório. Comparando os resultados encontrados no trabalho realizado por Oliveira (2018), constata-se que em ambos 100% das amostras não atenderam às exigências do Ministério da Saúde. Águas que apresentam uma acidificação favorecem a reação entre os metais presentes no solo, colaborando para o aumento da concentração dos elementos químicos na água, corroborando para o desenvolvimento de doenças (SILVA, 2003).

Os resultados para a condutividade demonstraram uma variação entre 24,9 e 76,5 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-2}$, com média geral de 49,5 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-2}$, conforme mostra a Figura 6. Valores inferiores a de Oliveira (2018) os quais apresentaram média de 124,9 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-2}$ e variações que ficaram entre 88,1 e 163,1 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-2}$. Considerando que as análises foram desenvolvidas no período de estiagem, acredita-se que isso contribuiu para uma redução das concentrações de sais dissolvidos em água, trazidos por enxurradas, as quais infiltraram nos poços. A condutividade é a capacidade que a água tem de transmitir corrente elétrica e depende da quantidade de sais dissolvidos a qual cresce à medida que a concentração de sais aumenta (CASALI, 2008).

Figura 17 - Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-2}$) nos pontos de coletas no bairro Bom Jardim, município de Rolim de Moura – RO.

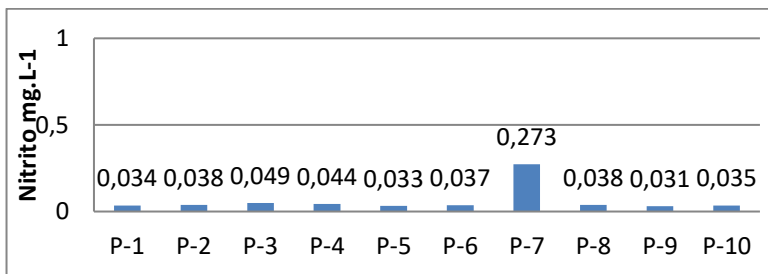


Fonte: Autoria própria, 2018.

Segundo os resultados obtidos, observa-se que todas as amostras apresentaram resultados inferiores a 0,3 mg/L. A portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde prevê um limite de 1 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ em águas destinadas ao consumo. De acordo como mostra

a Figura 7, todas as amostras apresentaram concentrações inferiores ao limite estipulado pelo Ministério da Saúde.

Figura 18–Valores das concentrações de Nitrito (mg.L^{-1}) nos pontos de coletas no bairro Bom Jardim, município de Rolim de Moura – RO

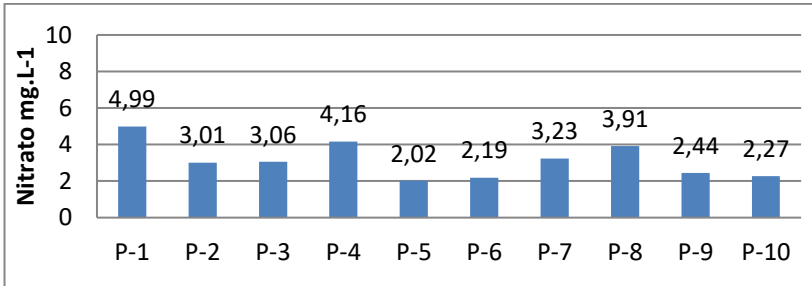


Fonte: Autoria própria, 2018.

A concentração de Nitrito em água natural é considerada um problema para a saúde humana. A presença de Nitrito dissociado na forma de íons é indicativa de poluição orgânica pelas alterações no processo biológico (BASTOS, 2007). O Nitrato em níveis elevados podem causar problemas à saúde humana, pela sua transformação em Nitrito, quando presente no trato digestivo, doenças como Metahemoglobinemia estão relacionadas ao excesso de Nitrato em água (WILLIAMS, 1998).

De acordo com o resultado apresentado na Figura 8, a maior concentração ficou localizada no ponto P-1 e menor no P-5, com média geral de $3,1 \text{ mg.L}^{-1}$, valores inferiores aos dados apresentados por Oliveira (2018), cuja média dos poços foram $9,82 \text{ mg.L}^{-1}$.

Figura 19 - Concentrações de Nitrato (mg.L^{-1}) nos dez pontos de coleta no bairro Bom Jardim, município de Rolim de Moura – RO.

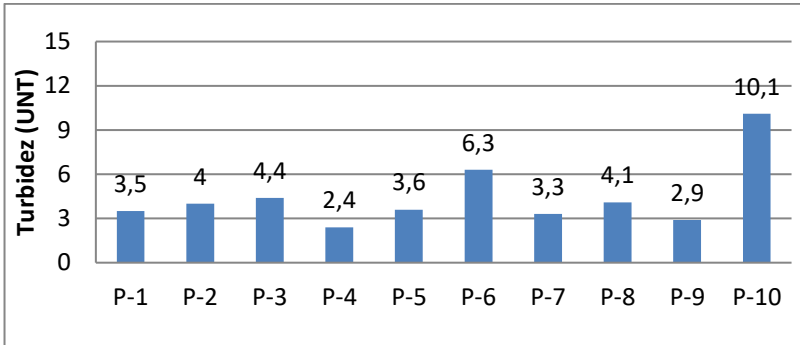


Fonte: Autoria própria, 2018.

Os resultados mostram que 100 % das amostras atenderam à exigência do Ministério da Saúde. Com base nos dados apresentados, os dez poços analisados atenderam à exigência estabelecida pelo Ministério da Saúde através da portaria 2.914/2011, que estipula um limite de 10 mg.L^{-1} em água destinada para o consumo.

As análises revelaram que as amostras coletadas nos poços não apresentaram valores elevados de turbidez, segundo o Ministério da Saúde, com exceção a dois pontos de amostragem (P-6 e P-10) que apresentaram valores superiores ao limite mínimo recomendado (5 UNT) pela Portaria MS nº 2.914/2011.

Figura 20 - Concentrações da Turbidez (UNT) nos dez pontos de coleta no bairro Bom Jardim, município de Rolim de Moura – RO.



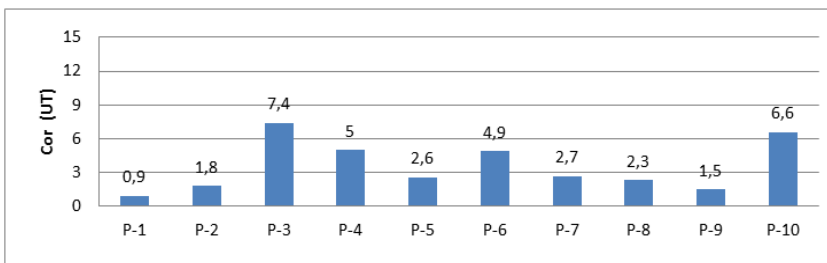
Fonte: Autoria própria, 2018.

Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Oliveira (2018), no mesmo bairro em pontos distintos, em que apenas duas amostras (33%) não atenderam às exigências do Ministério da Saúde. Segundo Apha et al, (2015), a turbidez está relacionada à quantidade de matéria orgânica e sólidos dissolvidos na água, como variação de tamanho superiores a 1 micrometro, desde colóides a partículas maiores .

Os resultados apresentados na figura 10, demonstraram que todas as amostras analisadas quanto a cor aparente, atenderam às exigências do Ministério da Saúde estabelecidos pela portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, estando em consonância com Stachiw et al. (2016) e Oliveira (2018) nos quais 100% das amostras estão em conformidade com as exigências do Ministério da Saúde. O Ministério da Saúde classifica a cor aparente como uns dos parâmetros exigidos para a classificação da qualidade da

água destinada ao consumo, tendo como valor limite de 15 UT, estabelecido pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2009).

Figura 21 – Resultados de Cor (UT) aparente)nos dez pontos de coleta no bairro Bom Jardim, município de Rolim de Moura – RO.

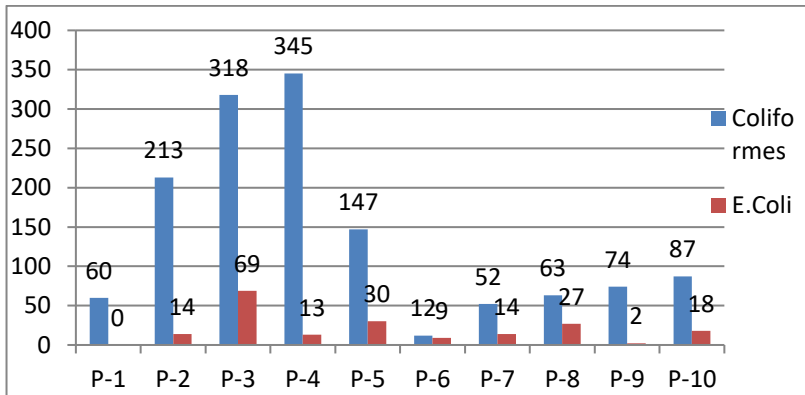


Fonte: Autoria própria, 2018.

Segundo Sperling (2005), a cor é geralmente um indicativo de matéria orgânica, além de estar relacionada à turbidez das águas, sendo um indicativo de conteúdo orgânico e inorgânico, contribuindo para a ineficiência do tratamento químico das águas.

Em relação às análises microbiológicas, os resultados deram positivas para todas as amostras, apenas o poço (P-1) não apresentou índice de contaminação por *E.coli* (Figura 11). Os demais poços apresentaram índices de contaminação pela presença de Coliformes Termotolerantes e *Escherichia coli*.

Figura 22 - Índice de contaminação de Coliformes e *Escherichia Coli*, nos poços analisados no bairro Bom Jardim, Rolim de Moura - RO.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Os resultados apresentados estão em consonância com o trabalho realizado por Oliveira (2018), os quais em todas as suas amostras apresentaram índices de contaminação por Coliformes e *E.Coli*, índices que ficaram em média 14 vezes maiores aos resultados apresentados no presente estudo, trabalhos esses que foram desenvolvidos em períodos opostos. Esses resultados indicam que as águas de poço podem ter sido contaminadas por agentes patogênicos provenientes de fossas ou dejetos de animais, conforme constatação da proximidade de fossas sépticas aos poços, fatores que possam ter contribuído para a presença dos Coliformes e *E.Coli*.

Segundo Cappi et al., (2012), uns dos grandes problemas das fontes de água é a irregularidade ou ausência de

monitoramento de sua qualidade. Esses fatores têm sido cruciais para a associação de doenças de veiculação hídrica, principalmente por lugares desprovidos de rede de saneamento básico (COLVARA et al., 2009). Considerando todos os resultados, há uma necessidade de monitoramento constante para verificar a qualidade dessas águas durante o período de um ano, para poder chegar a uma conclusão mais concreta, principalmente nas duas épocas do ano, período de estiagem e chuvoso, principalmente pela falta de saneamento básico, fator que levou a escolha do bairro para o desenvolvimento da pesquisa.

Conclusão

Levando-se em consideração o objetivo do trabalho, da verificação da qualidade das águas em determinados poços rasos localizados no bairro Bom Jardim, município de Rolim de Moura, no que diz respeito a sua potabilidade, cabe destacar que a referida qualidade foi parcialmente satisfatória. A maioria dos resultados enquadra-se dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação, exceto o potencial hidrogeniônico (pH) e microbiológico (Coliformes e *E.coli*).

Os resultados encontrados no presente estudo confirmam a hipótese de contaminação das águas, tendo em vista as características do bairro e poços, em sua maioria não apresentavam qualquer tipo de proteção contra infiltração de água por enxurradas e agentes contaminantes, provenientes de fossas sépticas e rede de esgoto a céu aberto, ficando vulneráveis à ação de microrganismos. Os parâmetros físico-químicos: Temperatura, Cor, Condutividade, Nitrito e Nitrato se encontram

dentro dos limites estabelecidos pela Portaria MS nº 2.914/2011, enquanto os parâmetros oxigênio dissolvido e Turbidez atenderam parcialmente as exigências do Ministério da Saúde. De acordo com o que estabelece a portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, a água de consumo humano deve ter ausência total de *E.coli*, o principal indicador sanitário, entretanto, as informações obtidas demonstram que todas as amostras apresentaram índices de contaminação por Coliformes Termotolerantes e apenas em uma amostra não houve índice de contaminação por *E.Coli*.

Por fim, constatou-se que a água dos poços evidencia contaminações microbiológicas e alteração nos parâmetros físico-químicos analisados, a constatação da precariedade no sistema de saneamento básico e utilização de métodos não apropriados, bem como a proximidade de fossa séptica às fontes de água analisadas, possam estar contribuindo para uma provável poluição das águas consumidas pelos moradores do referido bairro. Medidas de conscientização quanto à importância da qualidade da água para o consumo por meio de boas práticas, manutenção de instalações do sistema de abastecimento, uso de métodos de tratamento da água como filtração, cloração e fervura, são ações que visam à proteção da qualidade da água para o consumo, reduzindo os índices de pessoas contaminadas por doenças de vinculação hídricas.

Referências

ALLEGRETTI, Alessandro. *Explicando o meio ambiente*. Rio de Janeiro: Memory, 45,52p.2001.

APHA, A. W. W. A. WPCF. *Standard Methods For Examination of Water And Wastewater, 21 th.Ed. New York: APHA, AWWA, WPCR, v. 1. 2005.*

BENEDETTI, E. Água- Fonte da vida- Considerações. *Veterinária Notícias*, Uberlândia, v. 18, n. 1, p. 1-5, jan./jun. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde.* – Brasília: Ministério da Saúde, p.47, 2006.

BRASIL. Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. *Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de portabilidade.* Ministério da Saúde, Brasília.

BRASIL, Agência Nacional de Águas (ANA) *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2009 / Agência Nacional de Águas.* Brasília: ANA, p.204, 2009

BASTOS, R. P. Anfíbios do cerrado. *Herpetologia no Brasil II. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Herpetologia*, p. 87-100, 2007.

CAPPI, Nanci et al. Qualidade da água e fatores de contaminação de poços rasos na área urbana de Anastácio (MS). *Geografia Ensino & Pesquisa*, v. 16, n. 3, p. 77-92, 2012.

CASALI CA. *Qualidade da água para consumo humano oferta em escolas e comunidades rurais da região central do Rio*

Grande do Sul. Dissertação – Centro de Ciências Rurais. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008; 178 pp.

COLVARA, J. G.; LIMA, Andréia S.; SILVA, Wladimir P. Avaliação da contaminação de água subterrânea em poços artesianos no sul do Rio Grande do Sul. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 2, p. 11-14, 2009.

DA SILVA, Rita de Cássia Assis; DE ARAÚJO, Tânia Maria. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 8, n. 4, p. 1019-1028, 2003.

FERNANDEZ, A. T.; SANTOS, V. C. dos. Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água de abastecimento escolar, no município de Silva Jardim, RJ. *Revista Higiene Alimentar*, São Paulo, v. 21, n. 154, p. 93-98, set. 2007.

GUYTON, Arthur C. *Fisiologia Humana*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara. Koogan, 1988.

HIRATA, R., Bastos, C. & Rocha, G. 1997. *Mapeamento da vulnerabilidade das águas subterrâneas no Estado de São Paulo, São Paulo*: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. V. 2. 1ª ed. (Hirata, R., Bastos, C. & Rocha, G. 1997. cap.9, p.158).

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Resultados do Censo Demográfico. Rio de Janeiro: 2016.

NETO, Romeu C.; SANTOS, Lucia U. dos.; FRANCO, Regina M. B. *Águas: escassez e qualidade. Revista Higiene Alimentar.* São Paulo: V.22; 1.ed. p.3-4, out. 2008.

OLIVEIRA, Jesus U. *Análise físico-química e microbiológica em água de poços rasos em Rolim de Moura - RO.2017.85 f.* Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade de Taubaté -UNITAU. São Paulo, 2018.

OMS, *Diretrizes para a qualidade da água potável.* Brasília: Ministério da Saúde, 2011.

REBOUÇAS, Aldo da C. *Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. Bahia análise & dados*, v. 13, p. 341-345, 2003.

STACHIW R., et al. *Mapeamento E Determinação Da Qualidade De Água Subterranea Da Cidade De Rolim De Moura – RO – Brasil.* In: CARMELLO, Nubia et al (Orgs.), *Amazônia: Instrumento para gestão Recursos Hídricos*, Curitiba: Editora CRV, Curitiba-PR, Brasil, p. 157-168. 2016.

VON SPERLING, Marcos. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.* Editora UFMG, 2005.

WETZEL, Robert G.; LIKENS, Gene. *Limnological analysis.* 3^o Ed. Springer Verlag. New York (USA). P.419. 2000.

WILLIAMS, A. E. Natural and anthropogenic nitrate contamination of groundwater in a rural community, California. *Environmental Science & Technology*, v. 32, n.1, p. 32-9, 1998.

ESTUDO DO COMPONENTE FLORESTAL E QUALIDADE DA ÁGUA DOS IGARAPÉS D'ALINCOURT E MANICORÉ DA BACIA DO RIO MACHADO

*Geremias Dourado da CUNHA
Kenia Michele De Quadros TRONCO
Karen Janones da ROCHA
Natalia FRANCO
David Braga de SOUZA*

Introdução

O Brasil possui uma grande diversidade de vegetação, caracterizado por seis biomas, sendo estes a Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal. Cada bioma conta com um tipo específico de vegetação e de fauna, sendo estes os componentes mais importantes da biota (BRASIL, 2017). Dentre os seis biomas, o bioma Amazônia ocupa cerca de 40% do território nacional, sendo considerado o maior bioma brasileiro (LINHARES; GEWANDSZNAJDER. 1998).

O bioma Amazônia abriga os estados do Pará, Amazonas, Amapá, Acre, Rondônia, alguns fragmentos do Maranhão, Tocantins e Mato Grosso. Neste bioma, há também terras em países próximos ao Brasil, como as Guianas, Suriname, Venezuela, Equador, Peru e Bolívia. Devido a este fato, a Amazônia se tornou conhecida como abrigo da maior

biodiversidade do mundo, já que nela estão presentes milhares de espécies de animais, vegetais e microrganismos, contando também com muitos rios, onde se encontra a maior reserva de água doce de superfície disponível no mundo (LINHARES; GEWANDSZNAJDER. 1998).

Devido a essa grande amplitude, diversas tipologias florestais estão sob pressão de extinção, pois muitas dessas espécies só ocorrem nessa região, chamadas de espécies endêmicas (HEIN; GOELDI, 2016).

Com o crescimento urbano, a Floresta Amazônica sofreu enorme processo de degradação, já que estradas foram abertas com o intuito de adentrar a região e colonizar. Em adição, a antropização do território amazônico também se deu pelo elevado desmatamento e abertura de área para agricultura e pecuária. Contudo, não se torna possível atribuir o aumento do desmatamento a um único fator, pois este evento apresenta elevado grau de complexidade (ALENCAR et al., 2004).

À medida que aumenta o crescimento urbano, a demanda por recursos como a água potável aumenta concomitantemente. Entretanto, essa necessidade acaba aumentando a degradação nos mananciais urbanos, seja por contaminação de resíduos urbanos e industriais ou por apropriação indevida das APP'S (Área de Preservação Permanente). Toda essa situação culmina na contaminação dos cursos d'água para abastecimento público, e outras atividades, mostrando a necessidade de planejamento e instalação de novos pontos para áreas mais distantes das atividades urbanas, não contaminadas ou o uso de tratamento de água e esgoto mais intensivo, o que envolve custos maiores (BILICH, 2007).

Como exemplo, tem-se a cidade de Rolim de Moura/RO, que foi construída sob APP e contém propriedades que foram edificadas em beiras de rios, muitas destas na área de matas ciliares da bacia hidrográfica do Igarapé D'Alincourt, que foi o único responsável durante muito tempo pelo suprimento da maioria da população urbana (VENDRUSCOLO, 2011).

A mata ciliar possui um papel indispensável para a manutenção da qualidade e quantidade dos recursos hídricos. Este fato deve-se ao seu efeito filtro, auxílio na estabilização da temperatura e umidade, aumento da infiltração da água da chuva e possui papel fundamental no fluxo da água. Desta maneira, o conhecimento das espécies que ocorrem na mata ciliar é vital e o primeiro passo para a conservação desses habitats, bem como sua posterior recuperação (BATALHA, 2006).

Com o desenvolvimento urbano e construções indevidas na beira deste igarapé, perdeu-se qualidade e quantidade de água. Como consequência, houve a diminuição da vazão, então a cidade de Rolim de Moura começou a sofrer com o racionamento da água, sendo necessário mudar o ponto de captação de água para outra microbacia, o Manicoré, (VENDRUSCOLO, 2011).

Todos os fatos citados mostram a necessidade de trabalhos que contribuam para a averiguação da real recuperação da microbacia do D' Alincourt e a qualidade da água do Manicoré que abastece a cidade. O estudo do componente arbóreo em relação à florística e à fitossociologia, é um estudo que reúne parâmetros apropriados de averiguação da estabilização deste ecossistema (DIAS; POTT, 2013).

Realizar o levantamento fitossociológico proporciona o conhecimento das comunidades vegetais do ponto de vista florístico e estrutural. Esses estudos contribuem para o conhecimento, informações da estrutura das comunidades, bem como o conhecimento da flora regional, subsidiando desta forma, o manejo, a recuperação e/ou conservação dos ecossistemas (BRASIL, 2017).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar quais espécies arbóreas são de maior importância na área de mata ciliar dos Igarapés D' Alincourt e Manicoré da bacia do Rio Machado e avaliar se os parâmetros químicos e físicos estão dentro das normas estabelecidas pela legislação vigente.

Materiais e Métodos

A área de estudo corresponde ao município de Rolim de Moura- RO, com coordenadas geográficas: latitude 11°34'54" S e longitude 61°46'25" O e altitude de 252 metros. A região apresenta clima classificado como Tropical Monção (Am), quente e úmido, com média pluviométrica anual de 2300 mm.ano⁻¹ e temperatura média anual de 26 °C (ALVARES et al., 2014).

Propriedades rurais ao longo dos Igarapés D'Alincourt e Manicoré foram selecionadas em função dos diferentes graus de ocupação da mata ciliar, sendo: 01 propriedade no Igarapé D'Alincourt, 01 propriedade no Igarapé Manicoré e 02 propriedades depois que o Igarapé Manicoré recebe do D'Alincourt. Para a escolha das propriedades estudadas, foi realizado levantamento com a utilização do Google Earth e

demarcando os pontos estratégicos, afim de que esses pontos escolhidos tivessem amplitude da área como um todo.

Para a realização da mensuração da vazão foi utilizado micromolinete fluviométrico (faixa de medição de 0,025m/s – 5m/s).

Para o estudo florístico, instalou-se 4 parcelas permanentes de tamanho 10m x 10m, sendo que em seu interior, todos os indivíduos arbóreos foram identificados. Para a realização da florística, todos os indivíduos tiveram sua altura total e o DAP (diâmetro a altura do peito) mensurados. Então, foi realizada fitossociologia, por meio dos parâmetros Densidade relativa (DR), Dominância relativa (DoR), Frequência relativa (FR), Valor de cobertura e Valor de importância (VI).

Também realizou-se o levantamento dos parâmetros físicos e químicos da qualidade da água. Portanto, *in loco* foi realizado o levantamento de oxigênio dissolvido e temperatura e, após colhidas amostras da água nos pontos de coletas, essas foram levadas até o Laboratório de Águas da Universidade Federal de Rondônia, *Campus* Rolim de Moura para mensuração de: pH, sólidos totais, dureza, condutividade, nitrato e nitrito. Então, os valores foram comparados com a legislação vigente, a Resolução 357/2005 do CONAMA.

Resultados e Discussão

Foram amostrados 21 indivíduos distribuídos entre 18 espécies, com quatro morfotipos não identificados (Tabela 1).

Tabela 1: Relação das espécies encontradas nas parcelas avaliadas, contendo seu nome comum e científico, família e número (quantidade) de cada indivíduo presente.

Família	Nome científico	Nome comum
Anonaceae	<i>Xilopia brasiliensis</i>	Pindaíba preta
Araliaceae	<i>Scheffleramorotoni</i>	Mandioqueira
Moraceae	<i>Pseudolmedialaervis</i>	Pama
Malvaceae	<i>Theobromaspeciosum</i>	Cacauí
Euphorbiaceae	<i>Hevea brasiliensis</i>	Seringueira
Anonaceae	<i>Onychopetalumamazonicum</i>	Envira caju
Anacardiaceae	<i>Thyrsodiumspruceanum</i>	Amaparana
Anonaceae	<i>Xylopiaromatica</i>	Pimenta de macaco
Anonaceae	<i>Xylopia brasiliensis</i>	Envira Caju
Malvaceae	<i>Sterculiastrata</i>	chichá-do-cerrado
Fabaceae	<i>Ingaalba</i>	Ingá branco
Moraceae	<i>Clarisia racemosa</i>	Mururé
Apocynaceae	<i>Aspidospermapolyneuron</i>	Peroba comum
Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Louro abacate
Euphorbiaceae	<i>Sebastianiacommersoniana</i>	Branquilho
Malvaceae	<i>Ceiba speciosa</i>	Barriguda

A média da altura total e DAP das espécies foram respectivamente 16,04 m e 23,45 cm, sendo que os indivíduos de maiores DAP foram da espécie *Hevea brasiliensis* (72,2 cm e 53,6 cm). Em relação à altura, a espécie *Hevea brasiliensis* também foi a de maior valor (32 e 35 m). Isso mostra que a *Hevea brasiliensis* apresenta uma elevada dominância específica em relação às demais espécies.

Em relação à fitossociologia, *Hevea brasiliensis*, *Pseudomedialaervis*, *Sebastianiacommersoniana* e *Ceiba speciosa*, foram as espécies de maior frequência e consequentemente,

maiores densidades relativas (Tabela 2), porém deve-se ressaltar que a frequência de espécies como um todo apresentou-se de forma homogênea.

Tabela 2: Relação de espécies identificadas pelo nome científico, com os parâmetros fitossociológicos realizados por parcela, sendo eles frequência, densidade relativa, dominância relativa, índice de valor de cobertura e índice de valor de importância.

Nome científico	FR	Dri	DoRi	VC	VI
<i>Xilopia brasiliensis</i>	5	5	17	11	9
<i>Scheffleramorototoni</i>	5	5	28	16	13
<i>Pseudolmedialaevis</i>	10	10	27	18	15
<i>Theobromaspeciosum</i>	5	5	10	7	7
<i>Hevea brasiliensis</i>	10	10	72	41	30
<i>Onychopetalumamazonicum</i>	5	5	13	9	7
<i>Tysordiumspruceanum</i>	5	5	14	9	8
<i>Pseudolmedialaevis</i>	10	10	15	12	11
<i>Xylopiaaromática</i>	5	5	11	8	7
<i>Ceiba speciosa</i>	5	5	16	10	10
<i>Xylopia brasiliensis</i>	5	5	18	11	9
<i>Sterculiastriata</i>	5	5	11	8	8
<i>Ingaalba</i>	5	5	30	17	13
<i>Nymphaea ampla</i>	5	5	21	13	10
<i>Aspidospermapolynuron</i>	5	5	23	14	11
<i>Persea americana</i>	5	5	26	15	12
<i>Hevea brasiliensis</i>	5	5	54	29	21
<i>Sebastianiacinnersonia</i>	10	10	17	13	12
<i>Sebastianiacinnersonia</i>	10	10	20	15	13
<i>Ceiba speciosa</i>	10	10	30	20	16

Fonte: autores (2018)

Os estudos da composição de comunidades em regeneração são básicos para a pesquisa de entendimento de padrões de distribuição das espécies, bem como em programas de recuperação e manutenção dessas áreas (FELFILI et al., 2011). A densidade relativa permitiu avaliar o número de indivíduos de cada espécie em relação à unidade de área amostrada, na qual, *Pseudolmedialaervis*, *Hevea brasiliensis*, *Sebastianiacommersoniana* e *Ceiba speciosa* representaram 20% das plantas que estavam compondo a comunidade, sendo a de maior densidade relativa (2 árvores por parcela).

Pelo cálculo da frequência relativa, que infere sobre o número de ocorrências de uma espécie nos diversos pontos alocados em uma determinada área, *Pseudolmedialaervis*, *Hevea brasiliensis*, *Sebastianiacommersoniana* e *Ceiba speciosa* foram as espécies que se destacaram com 20%, enquanto as outras espécies obtiveram menores índices. No que se refere à concentração das espécies na área, a *Hevea brasiliensis* foi à espécie que apresentou maior abundância relativa, estando presente em 2 pontos amostrais (representando 72% da abundância).

A *Hevea brasiliensis* apresentou maior índice de valor de importância (30%), o que a caracterizou como a espécie mais importante da comunidade. O conhecimento destes padrões de distribuição das espécies poderá colaborar para a compreensão dos principais fatores que contribuem para a regeneração das áreas.

Estudos realizados por Veiga (2003), mostram que o papel desempenhado pela mata ciliar é importante, tanto para diminuir a ocorrência do escoamento superficial, que pode causar erosão e

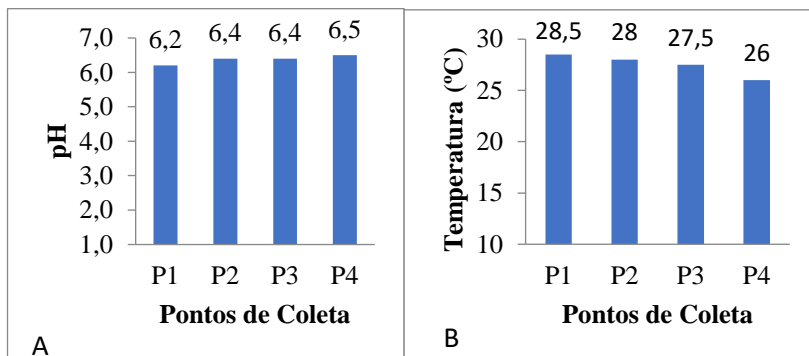
arrastar nutrientes e sedimentos para o curso d'água, quanto para desempenhar um efeito de filtragem superficial e sub-superficial dos fluxos de águas para os canais.

Os parâmetros pH, sólidos totais, dureza e condutividade (Fig. 1), ficaram dentro dos padrões sugeridos pela Resolução 357/2005 do CONAMA, apresentando pequenas oscilações entre os pontos de coleta. Já a temperatura média variou entre 26 a 28,5°C entre os pontos.

As alterações nos níveis de pH podem ser provocadas por controles naturais, como a presença de ácidos húmicos originários da decomposição da vegetação, resultando em valores ácidos como observado em alguns cursos d'água na planície amazônica (PARRON et al., 2011) ou também da dissolução de rochas ou ainda por fatores antropogênicos, como os despejos domésticos e industriais (BRASIL, 2006b).

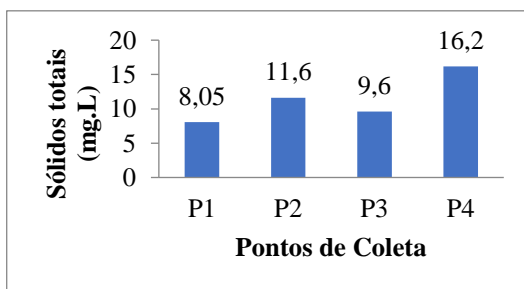
O intervalo do valor de pH para as águas direcionadas ao consumo humano devem estar entre 6 a 9,5 conforme a Portaria nº 2.914/MS/11, observando que todos os pontos tiveram os valores médios dentro do intervalo estabelecido.

Figura 1: Análise físico-químicas da água dos Igarapés D’Alincourt e Manicoré em quatro pontos de amostragem: A) Média da variação do pH. B) Média da variação da temperatura. Rolim de Moura, 2018.



A concentração de sólidos totais foi maior no ponto 4 (Figura. 2). Porém não inferiu os limites estabelecidos pelo CONAMA para este parâmetro.

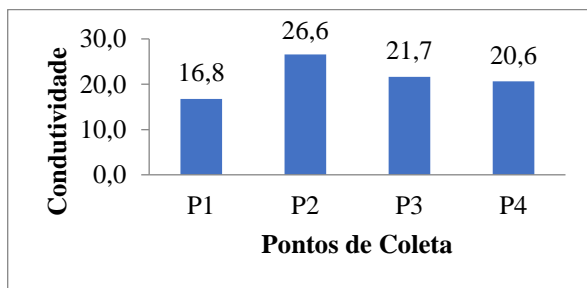
Figura 2: Análise físico-químicas da água dos Igarapés D’Alincourt e Manicoré em quatro pontos de amostragem: teor de sólidos totais. Rolim de Moura, 2018.



Essa situação pode ser explicada se levado em consideração que o período de coleta ocorreu em março, maio e julho, sendo que nessa época do ano, a capacidade de diluição do rio aumenta, além do fato de a mata ciliar proporcionar a proteção necessária para evitar arraste superficial de material para os cursos de água (LEITÃO et al., 2015). De acordo com Rocha (2008), o teor de sólidos totais mostram o teor de mineral existente, responsáveis pelas características de dureza, alcalinidade, sabor e cor da água.

A condutividade apresentou valor mais elevado no ponto de coleta 2 (Figura. 3).

Figura 3: Análise físico-químicas da água dos Igarapés D’Alincourt e Manicoré em quatro pontos de amostragem: Condutividade. Rolim de Moura, 2018.



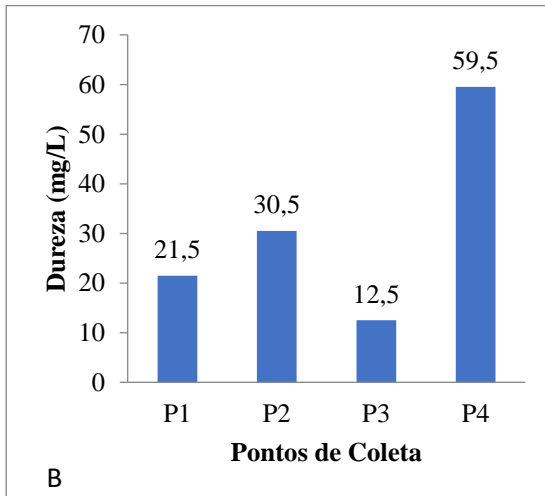
Porém não apresentou valores fora do padrão, deve-se ressaltar que esse parâmetro pode ser elevado sempre quando a presença de cargas na água aumenta.

O parâmetro condutividade elétrica é relevante, porém, não determina quais os íons que estão presentes em determinadas amostras de água, podendo contribuir para possíveis

reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram nos rios decorrentes de lançamentos de resíduos industriais, mineração, esgoto e outros (SILVA et al., 2003).

O maior valor de dureza foi encontrado no ponto 4 (Fig. 4) com valor expressivo, quando comparado aos demais.

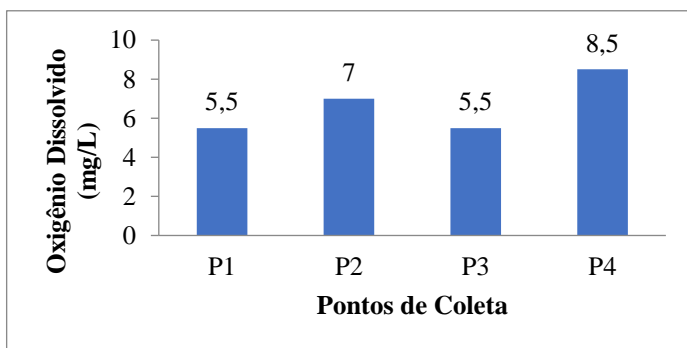
Figura 4: Análise físico-químicas da água dos Igarapés D'Alincourt e Manicoré em quatro pontos de amostragem: Dureza. Rolim de Moura, 2018.



Entretanto, os valores de todos os pontos amostrados não representam risco, visto que os mesmos ainda encontram-se abaixo do limite estabelecido pela legislação. É estabelecido para dureza, o teor de 75 a 150 mg L⁻¹ em termos de CaCO₃ como o valor máximo permitido para água (BRASIL, 2005).

Já o Oxigênio Dissolvido apresentou média de 6,6 mg/L (Figura. 5).

Figura 5: Análise físico-químicas da água dos Igarapés D'Alincourt e Manicoré em quatro pontos de amostragem: Oxigênio Dissolvido. Rolim de Moura, 2018.



Todos os pontos para esse parâmetro ficaram abaixo do limite estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/2005. A Resolução nº 357/2005 do CONAMA que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências; traz que para as águas de Classe 1 (destinadas ao abastecimento para consumo, realizado após tratamento simplificado), as concentrações não devem ser inferiores a 6 mg.L⁻¹. Observa-se desta forma, que as concentrações registradas no estudo, de modo geral, encontram-se abaixo do que preconiza a referida Resolução (BRASIL, 2005).

As baixas concentrações de Oxigênio Dissolvido são características das águas da região e quando considerados os

ambientes tropicais, baseados na solubilidade do oxigênio (O₂), os organismos aquáticos possuem menos oxigênio disponível do que os de ambientes com clima ameno (FIORUCCI; BENEDETTI FILHO, 2005; NUNES, 2012).

O valor de nitrato e nitrito em todas as coletas foi abaixo dos recomendados pela legislação (10 mg Nitrato e 1,0 mg Nitrito). O nitrato é o produto final da estabilização aeróbia do nitrogênio orgânico, indicando contaminação antiga. No organismo humano, o nitrato se converte em nitrito que, por sua vez, combina-se com a hemoglobina para formar metahemoglobina, impedindo o transporte de oxigênio no sangue (SILVA; ARAÚJO, 2003).

O nitrito representa uma fase intermediária entre a amônia e o nitrato. Como é uma forma transitória e é rapidamente oxidada a nitrato, sua persistência indica despejo contínuo de matéria orgânica ou que essa fonte se encontra a pouca distância do ponto onde foi feita a amostragem para análise (BARROSet al., 2018).

As áreas avaliadas, apresentaram principalmente as espécies *Scheffleramorotoni*, *Hevea brasiliensis*, *Pseudomedialaavis* e *Sebastianiacommersoniana*. Porém, deve-se destacar que a *Hevea brasiliensis* foi resultante de área de recuperação. Com base na fitossociologia e florística, pode-se observar que há uma carência de espécies, indicando que o processo de recuperação da mata ciliar desses igarapés está no início e precisa de um maior equilíbrio na floresta.

A cobertura do solo com mata ciliar dos Igarapés D´Alincourt e Manicoré contribuiu para melhor qualidade da água nos parâmetros observados e pode explicar a singularidade entre os pontos.

Assim, a razão de estudar os parâmetros de qualidade de água nos igarapés, vem da necessidade de planejamento para conservação das matas ciliares dos pontos em estudo, pois em grande parte do leito dos igarapés, evidenciam-se áreas degradadas e assoreadas pela falta de vegetação.

Os padrões de qualidade da água dos igarapés avaliados podem estar associados a cobertura de mata ciliar, e em virtude de ser uma área de recuperação e outra de preservação. Esta condição permite que seja minimizada a chegada de poluentes na água, criando uma situação harmoniosa entre os parâmetros avaliados.

Com isso, torna-se necessário um período maior para uma melhor investigação do processo de dinâmica da sucessão florestal, por meio da fitossociologia e florística das áreas estudadas.

Conclusão

Pode-se observar com este trabalho que: foram encontradas 18 espécies e o Maior Valor de Importância foi *Heveabrsiliensis*. Os parâmetros pH, temperatura, cor, sólidos totais, dureza e condutividade, ficaram dentro dos padrões sugeridos pela Resolução 357/2005 do CONAMA. Já os valores de nitrito e de nitrato ficaram abaixo do limite estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/2005.

Referências Bibliográficas

ALENCAR, A.; NEPSTAD, N; MCGRATH, D; MOUTINHO, P; PACHECO, P; DIAZ, M. D. C. V e FILHO, B. S. Desmatamento na Amazônia: indo além da emergência crônica. Manaus, Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (Ipam), 2004, 89 p.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES, G.; LEONARDO, J., SPAROVEK; G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 2014. Acesso: 18 jun.2019.

APHA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. *American Public Health Association*, 22nd ed. New York, APHA, AWWA, WPCP, 2012.

BARROS, A.; GUIMARÃES, V.; SANTANA, W.S.C. Aplicação de um índice de qualidade de água em dois trechos (urbano e rural) da bacia do córrego Guanandy, Aquidauana–MS/Water quality index application in two stretches (urban and rural) of Guanandy stream basin, Aquidauana–MS. *Caderno de Geografia*, v. 28, n. 54, p. 630-649, 2018. Disponível em: <<http://200.229.32.55/index.php/geografia/article/view/17463>> acessado em: 07 de jun. 2018.

BATALHA, R.M.P. *Expectativa de risco de degradação dos recursos hídricos na bacia do Rio Jundiá Mirim*. 2006. 90f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, SP. Disponível em:

<<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/257147>>. Acesso em: 7 ago. 2018.

BILICH, Rolim Marina, *Ocupação das terras e a qualidade da água na microbacia do ribeirão mestre D'Armas*. Distrito Federal. Brasília: Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Brasília, 2007, 134p. Disponível em: <file:///C:/Users/Nat%C3%A1lia%20Franco/Downloads/Dissertacao_Marina%20Rolim%20Bilich.pdf> Acesso em 07/06/2017

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União 2005. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/consnama/res/res05/res35705.pdf>> acesso em 07jun.2018.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, Biomas, 2017. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/biomas>> Acesso em: 07 de jun. 2018.

DIAS, A.C.; POTT, A. A influência da mata ciliar na qualidade das águas do córrego Bom Jardim–Brasilândia/MS: Estudos Iniciais. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, v. 9, n. 2, 2013. Disponível em:<http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/for_um_ambiental/article/view/489> Acesso em 08/06/2018.

FELFILI, J.M; EISENLOHR, P.V; MELO, M.M.R.F; ANDRADE, L.A; MEIRA NETO, J.A.A. Fitossociologia no Brasil – Volume 1: Métodos e estudos de casos. UFV, 2011.

FIORUCCI, A.R.; BENEDETTI FILHO, E. A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos. *Química nova na escola*, v. 22, p. 10-16, 2005.

HEIN, B.; GOELDI, A. *Methods and systems for identifying distribution opportunities*. U.S. Patent n. 9,449,089, 20 set. 2016. Disponível em: <https://patents.google.com/patent/US9449089B2/en> acesso: 22 jun. 2018.

KARAN, Décio; JESUS, D. L. Liliane; GAMA, M. C. D. Jordânia. *Caracterização fitossociológica de uma área de cerrado em regeneração*. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/491195/1/Caracterizacaofitossociologica.pdf>> Acesso em: 29 de julho de 2018.

LEITÃO, V. D. S.; CUBA, R. M. F.; SANTOS, L. D. P. S.; NETO, A. S. S. Utilização do índice de qualidade de água (IQA) para monitoramento da qualidade de água em uma área de preservação ambiental. *Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET)*, v. 19, n. 3, p. 794-803, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/index.php/reget/article/view/18330> acesso: 20 de julh.2018.

LINHARES, S; GEWANDSZNAJDER, F. *Biologia Hoje - Vol3*. São Paulo: ed. Ática, 1998.

NUNES, M. L. A.; DE BRITO GOMES, J.; WEBLER, A. D.; ANDRADE, L. R.; MARCHETTO, M. Comprometimento da qualidade da água subterrânea por nitratos. *Nucleus*, v. 9, n. 1, 2012. Disponível em: <https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&scioq=%2C+E.+A+import%C3%A2ncia+do+oxig%C3%AAnio+disso+lvido+em+ecossistemas+aqu%C3%A1ticos.+Qu%C3%ADmica+nova+na+escola&q=nunes+2012+qualidade+de+%C3%A1gua+&btnG=>> acesso: 20 jun.2018.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. de F.; PEREIRA, C. M. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. *Embrapa Florestas-Documentos (INFOTECA-E)*, 2011. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/921050/1/Doc232ultimaversao.pdf>> acesso: 07 jun.2018.

Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF, 14 dez. 2011. Seção 1.

ROCHA, T. S. Avaliação da qualidade das águas dos poços tubulares da bacia do rio do peixe equipados com dessalinizadores, com vistas ao aproveitamento econômico dos sais de rejeito. *Salvador (BA): Universidade Federal da Bahia*, 2008.

SILVA, R.; ARAÚJO, T.M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 8, p. 1019-1028, 2003. Disponível em:<<https://www.scielo.org/scielo.php?pid=S1413->

81232003000400023&script=sci_arttext&tIng=en> acessado em: 20 de julh. 2018.

VEIGA, M.P.; MARTINS, S.S.; TORMENA, C.A.; SILVA, O.H. Influência da mata ciliar sobre a qualidade da água do Ribeirão Aurora, no município de Astorga, Paraná. *Arq. Ciên. Vet. Zool. UNIPAR*, 6(2): p. 149-152, 2003. Disponível em: <<http://revistas.unipar.br/index.php/veterinaria/articlo/view/808>>. Acessado em: 30 de junh. 2018.

VENDRUSCOLO, J. *Atributos físicos e químicos de diferentes tipos de solos sob quatro coberturas vegetais na área ciliar do igarapé D'Alincourt-RO*. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias. Areia/Paraíba, 2012.

Parte III

T ***EORIA E MÉTODOS DE PESQUISA EM RECURSOS HÍDRICOS***



O USO DO ZOOPLÂNCTON COMO BIOINDICADOR DA QUALIDADE AMBIENTAL EM PEQUENAS CENTRAIS ELÉTRICAS

Lidiane Cristina da SILVA
José Valdecir de LUCCA
Marcos Vinícius NUNES
Maria José Dellamano OLIVEIRA
Odete ROCHA
Cleber Max Vieira GASQUES

Introdução

As Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) são vistas como ótima alternativa para suprir a demanda de energia elétrica no país. Ao contrário das grandes usinas hidrelétricas (UHEs), a implantação da PCH's é mais rápida, mais barata e causa um dano ambiental menor, justamente por serem menores. Por outro lado, elas geram uma energia mais cara, pois nem sempre haverá fluxo d'água suficiente para fazer girar as turbinas devido à seca em algumas épocas do ano, o que não acontece nas usinas maiores, onde sempre haverá água no reservatório (BRASIL, 2009).

Embora os danos ambientais causados pelas PCH's sejam menores, eles ainda existem e dentre os principais impactos provocados destacam-se: a alteração do regime hídrico dos rios, a perda da vegetação pelo desmatamento e a modificação da paisagem, a eutrofização e ainda o eventual deslocamento da população local (BARBOSA; DUPAS, 2008; TSOOTSOS et al., 2007).

Um dos impactos mais relevantes para os ecossistemas aquáticos é o aumento da eutrofização, caracterizado pelo

enriquecimento de nutrientes de forma acelerada e não equilibrada (BRANCO,1996). Dentro de determinados limites, a eutrofização pode aumentar a produtividade dos corpos d`água, porém, em níveis excessivos é prejudicial, aumentando de modo acentuado a biomassa de algas e macrófitas aquáticas (TOLEDO et al.,1983). O aumento da produção primária tem efeitos imediatos sobre os produtores secundários (especialmente o zooplâncton e os peixes) uma vez que a produção é consideravelmente aumentada (MEHNER& BENNDORF, 1995).

Uma forma de avaliar os impactos ambientais das PCH's é, portanto, o estudo de comunidades biológicas que respondam rapidamente às variações provocadas em seu habitat (TUNDISI et al., 2002). Uma dessas comunidades é o zooplâncton, recomendado como indicador do grau de trofia do ambiente por possuir grande sensibilidade ambiental e responder a diversos tipos de impactos. As alterações na comunidade zooplanctônica podem ocorrer tanto na quantidade de organismos como na composição e diversidade de espécies (COELHO-BOTELHO, 2004).

A comunidade zooplanctônica possui uma grande importância ecológica nos ambientes aquáticos, atuando como elo entre o nível dos produtores (fitoplâncton) e os níveis tróficos superiores (peixes). Tem grande importância na estruturação e funcionamento do ecossistema aquático, desempenhando um papel fundamental na transferência de energia e decomposição de matéria orgânica, ou através de interações como herbivoria e predação, (BOZELLI & HUSZAR, 2003).

Dessa forma, o estudo do zooplâncton é de grande relevância para o entendimento ecológico dos ecossistemas aquáticos, pois estão em constante relação e dependência com diversos fatores, tanto abióticos quanto bióticos, podendo ser utilizado como bioindicador de possíveis impactos ambientais. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi utilizar o zooplâncton para o monitoramento das PCH's Cabixi I e Cabixi II, a fim de verificar as relações entre essa comunidade e as variáveis abióticas registradas durante dois meses de amostragem ao longo dos reservatórios. É importante ressaltar que se trata de um estudo pioneiro na região das PCH's Cabixi, ou seja, é o primeiro trabalho a ser apresentado sobre o uso do zooplâncton como bioindicador dos reservatórios.

Métodos e Técnicas

Foram realizadas duas amostragens, uma em janeiro e outra em julho de 2016, em oito estações ao longo dos reservatórios das PCH's Cabixi I e Cabixi II, sendo quatro estações localizadas a montante e quatro a jusante da barragem (Tabela 1). A PCH Cabixi I está localizada no município de Vilhena (RO) e a PCH Cabixi II está localizada no município de Comodoro (MT). Cada uma delas tem capacidade instalada de 2,7 MWe o início de suas operações ocorreu em 1995.

Em cada ponto de amostragem foram determinadas *in situ* as variáveis limnológicas (condutividade, oxigênio dissolvido, pH e temperatura) por meio de uma sonda multiparâmetros.

As amostras de zooplâncton foram coletadas com auxílio de rede de plâncton com 68 micrômetros de abertura de malha e

de 25 cm de diâmetro. As amostras foram transferidas para frascos de polietileno e preservadas com formol a 8%. A identificação dos organismos foi feita utilizando-se bibliografia especializada (KOSTE, 1978; REID, 1985; ELMOOR-LOUREIRO, 1997; SANTOS-SILVA, 2000). As quantificações dos microcrustáceos (Copepoda e Cladocera) foram feitas em placas de acrílico quadriculadas sob microscópio estereoscópico com aumento de até 50 vezes. Para os rotíferos e protozoários, subamostras de mL foram quantificadas em câmara de Sedgewick-Rafter, sob microscópio óptico com aumento de até 1000 vezes.

Para a comparação da diversidade de espécies entre os pontos amostrados foram calculados: riqueza taxonômica e índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H') (SHANNON & WEAVER, 1949). Para verificar possíveis correspondências entre os parâmetros ambientais e a densidade dos grupos da comunidade zooplânctônica foi realizada a análise de correspondência canônica (CCA), através do programa CANOCO 3.12 (TER BRAAK & SMILAUER, 2002).

Tabela 1: Localização das estações de coleta amostradas nas PCH's Cabixi I e Cabixi II.

Estação	Cabixi I		Cabixi II	
	Coordenadas		Coordenadas	
	Latitude (° ' "S)	Longitude (° ' "O)	Latitude (° ' "S)	Longitude (° ' "O)
MON1	12 57 460	60 07 064	13 01 230	60 06 650
MON2	11 44 108	61 46 785	13 01 251	60 06 683
MON3	12 57 457	60 07 066	13 01 188	60 06 680
MON4	12 57 754	60 00 774	13 01 099	60 06 637
JUS1	12 57 303	60 06 982	13 01 212	60 08 072
JUS2	12 57 778	60 08 822	13 01 216	60 08 112

JUS3	12 57 303	60 06 988	13 01 215	60 08 143
JUS4	12 57 845	60 08 941	13 01 208	60 08 167

Resultados e Discussão

Na tabela 2 estão expressos os valores das variáveis limnológicas registrados nas estações amostradas. Pode-se observar que não houve grande variação nos valores de pH, condutividade, temperatura e oxigênio dissolvido entre as estações e entre as duas PCH's. Os valores de temperatura e oxigênio sofreram variação sazonal, sendo que maiores temperaturas e menores concentrações de oxigênio foram registradas no mês de janeiro e o contrário no mês de julho. No geral, verifica-se que os valores de pH e condutividade foram baixos nos dois meses amostrados e nas duas PCH's, provavelmente esse resultado se deve a uma característica natural dos ecossistemas estudados.

Tabela 2: Variáveis abióticas registradas nas estações de coleta amostradas nas PCH's Cabixi I e Cabixi II em janeiro e julho de 2016. Temp – temperatura da água (°C); Cond – Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$); OD – Oxigênio dissolvido (mg/L).

	Cabixi I				Cabixi II				
	Temp	pH	Cond	OD	Temp	pH	Cond	OD	
	MON1	24,2	4,55	7	5,57	28,6	4,75	5	6,42
	MON2	24,6	4,31	6	5,73	29	4,51	6	6,29
jan/16	MON3	24,6	4,16	6	5,58	30,2	4,65	5	6,68
	MON4	24,9	4,34	6	5,75	32,5	4,65	5	6,16
	JUS1	26,3	3,59	6	6,26	27,8	4,81	5	6,98
	JUS2	26,4	3,43	6	6,45	27,7	4,44	5	6,58
	JUS3	26,5	3,95	6	6,13	27,6	3,92	5	6,21

	Cabixi I				Cabixi II				
	Temp	pH	Cond	OD	Temp	pH	Cond	OD	
	JUS4	26,5	4,46	6	6,29	27,6	3,98	4	6,46
jul/16	MON1	23,4	4,98	6	6,85	28,6	4,75	5	6,42
	MON2	23,8	4,88	5	6,77	29	4,51	6	6,29
	MON3	23,9	4,69	4	6,56	30,2	4,65	5	6,68
	MON4	23,9	4,39	5	7,39	32,5	4,65	5	6,16
	JUS1	24	4,63	4	7,9	27,8	4,81	5	6,98
	JUS2	24,2	4,47	3	8,18	27,7	4,44	5	6,58
	JUS3	24,4	4,33	5	8,6	27,6	3,92	5	6,21
	JUS4	24,7	4,19	4	8,14	27,6	3,98	4	6,46

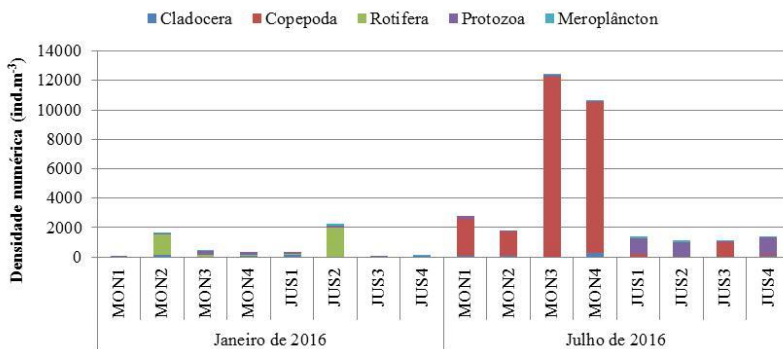
Em relação ao zooplâncton também foram verificados alguns padrões sazonais. O total de espécies registradas foi maior no mês de janeiro, tanto em Cabixi I (25 táxons) como em Cabixi II (28 táxons). Em julho, o número total de espécies foi mais baixo (17 e 20 táxons – Cabixi I e Cabixi II). Verifica-se nos pontos amostrados a grande dominância dos microzooplâncton, ou seja, foram registrados um maior número de espécies de protozoários, rotíferos e cladóceros das famílias Chydoridae e Ilyocryptidae. Esses táxons apresentam como características funcionais comuns o menor tamanho corporal. Além disso, se reproduzem de forma rápida e possuem o ciclo de vida mais curto, sendo considerados como organismos *r* estrategistas (VELHO, 2005). As maiores ocorrências desses organismos no zooplâncton estão relacionadas aos ambientes com baixa profundidade, bem como à lavagem da vegetação marginal e do sedimento (PERBICHE-NEVES & SERAFIM-JUNIOR, 2007).

Para a densidade numérica, verifica-se que houve dominância do grupo Protozoa durante a campanha de janeiro nas duas PCH's. Em julho, no entanto, houve a dominância do grupo Copepoda em Cabixi I, devido principalmente aos altos valores

de densidade registrados para os náuplios de Calanoida. Na PCH Cabixi II, os grupos da comunidade zooplancônica tiveram representatividade similar no mês de julho, sendo que os grupos Cladocera e Copepoda foram dominantes em três e dois pontos amostrados, respectivamente, e o grupo Protozoa em três dos oito pontos amostrados. No entanto, para os protozoários foram registrados valores de densidade numérica bem mais altos em relação aos demais grupos (Figura 1 e 2).

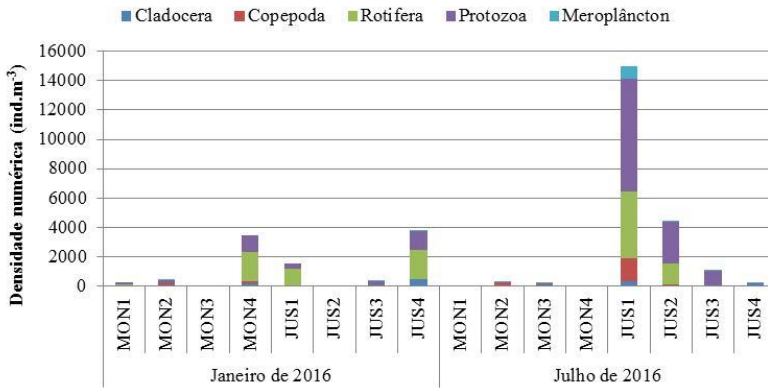
Em relação aos pontos amostrados na PCH Cabixi I, em janeiro os maiores valores de densidade total foram registrados nos pontos MON 2 (1.660 ind.m⁻³) e JUS2 (2.287 ind.m⁻³) e em julho nos pontos MON3 (12.436 ind.m⁻³) e MON4 (10.689 ind.m⁻³). Já os menores valores de densidade total foram registrados nos pontos JUS3 (67 ind.m⁻³), JUS4 (107 ind.m⁻³) e MON1 (100 ind.m⁻³) durante a primeira campanha e nos pontos JUS2 (1.139 ind.m⁻³) e JUS3 (1.075 ind.m⁻³) durante a segunda campanha. De uma maneira geral, maiores valores de densidade numérica foram registrados em julho e estes foram maiores nos pontos localizados a montante da PCH Cabixi I (Figura 1).

Figura 1: Densidade numérica (ind.m⁻³) dos principais grupos registrados para a comunidade zooplancônica durante as amostragens de janeiro e julho de 2016 nos oito pontos localizados na área de influência da PCH Cabixi I.



Na PCH Cabixi II os maiores valores de densidade total foram registrados nos pontos MON 4 (3.500 ind.m^{-3}) e JUS4 (3.747 ind.m^{-3}) em janeiro e no mês de julho nos pontos JUS1 ($14.949 \text{ ind.m}^{-3}$) e JUS2 (4.418 ind.m^{-3}). Durante a primeira campanha, os menores valores de densidade total foram registrados nos pontos JUS2 (87 ind.m^{-3}) e MON3, para o qual não foram registrados táxons durante a amostragem quantitativa. Na segunda campanha, esses valores foram mais baixos nos pontos MON1 (10 ind.m^{-3}) e MON4 (89 ind.m^{-3}) (Figura 2).

Figura 2: Densidade numérica (ind.m^{-3}) dos principais grupos registrados para a comunidade zooplânctônica durante as amostragens de janeiro e julho de 2016 nos oito pontos localizados na área de influência da PCH Cabixi II.



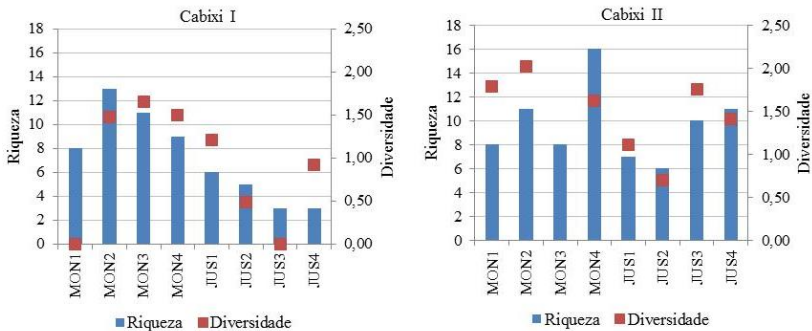
Segundo GANNON & STEMBERGER (1978), o zooplâncton pode ser usado como indicador das características ambientais do ecossistema. Contudo, devido à ampla distribuição de algumas espécies, estes autores sugerem o uso da abundância relativa dentro da comunidade como um indicador mais sensível. Alguns padrões são verificados para essa variável, indicando a dominância do microzooplâncton (Rotifera e Protozoa) sobre o macrozooplâncton (Copepoda e Cladocera) em corpos d'água lóticos, eutróficos e turbidos e o inverso em corpos d'água lênticos, mesotróficos ou oligotróficos (MATSUMURA-TUNDISI et al., 2000). Nota-se que durante a primeira campanha houve a dominância dos protozoários, seguidos pelos rotíferos, o que provavelmente indica condições de maior mistura da água e baixa transparência, desfavorecendo os copépodes e cladóceros. As maiores densidades registradas para os rotíferos e os protozoários em janeiro, também estão relacionadas à proximidade com algum tipo de substrato, já que as espécies mais abundantes e registradas nessa campanha possuem hábito bentônico (LANSAC-TOHA et al., 2004). Contudo, durante a segunda campanha verifica-se que o grupo Copepoda dominou

na maioria dos pontos de Cabixi I, sendo estes localizados a montante da PCH além do ponto JUS3. Nesses pontos, a menor circulação da água pode ter favorecido os microcrustáceos. Nos pontos a jusante, contudo, a dominância dos protozoários continuou predominando, corroborando assim a forte relação destes indivíduos com os ambientes mais rasos, com grande circulação da água e com a presença de substratos (LANSAC-TOHA et al., 2004; VELHO et al, 2005).

Como já mencionado, os ambientes estudados possuem uma característica natural peculiar, onde os valores de pH são baixos. Ecossistemas aquáticos continuamente ácidos podem atuar como um ambiente limitante para as comunidades biológicas. Acredita-se, portanto, que a dominância do microzooplâncton também se deve a essa característica, pois muitas espécies não estão adaptadas às águas ácidas, permanecendo apenas aquelas com comportamento oportunista.

Em geral, foram registrados valores baixos de riqueza taxonômica na maioria dos pontos. Em Cabixi I nota-se que, durante a campanha de janeiro, a riqueza de espécies foi maior nos pontos localizados a montante, sendo que os maiores valores foram registrados nos pontos MON2 e MON3 (13 e 11 táxons, respectivamente). O menor valor de riqueza, no entanto, foi registrado nos pontos JUS3 e JUS4, com apenas 3 táxons. Já durante a campanha de julho, a maior riqueza de espécies foi registrada no ponto MON4 (7 táxons) e a menor riqueza no ponto JUS2 (4 táxons) (Figura 3). A alta turbulência da água nos pontos a jusante está diretamente relacionada à baixa riqueza registrada para a comunidade zooplânctônica.

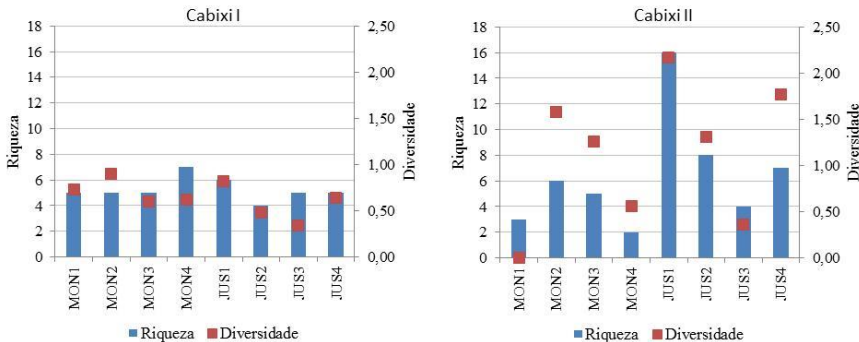
Figura 3: Riqueza e diversidade de espécies da comunidade zooplantônica durante o mês de janeiro de 2016 nos oito pontos localizados na área de influência das PCH's Cabixi I e Cabixi II.



Em Cabixi II nota-se que, durante a campanha de janeiro, a riqueza de espécies foi maior nos pontos MON2, MON4 e JUS4 (11, 16 e 11 táxons, respectivamente). O menor valor de riqueza, no entanto, foi registrado nos pontos JUS1 e JUS2 (7 e 6 táxons, respectivamente). Já durante a campanha de julho, a maior riqueza de espécies foi registrada no ponto JUS1 (16 táxons) e a menor riqueza nos pontos MON1 e MON4 (3 e 2 táxons, respectivamente) (Figura 4).

Em relação à diversidade de Shannon-Wiener, podemos considerar que, assim como já verificado para a riqueza, os valores foram baixos, já que estiveram abaixo de 2 na maioria dos pontos (Figura 3 e 4). A baixa riqueza e baixa diversidade é um resultado normalmente registrado para os ecossistemas pouco produtivos e homogêneos, os quais apresentam baixa variedade de alimento disponível e, portanto, baixa diversidade de espécies (BARNETT&BIESNER, 2007).

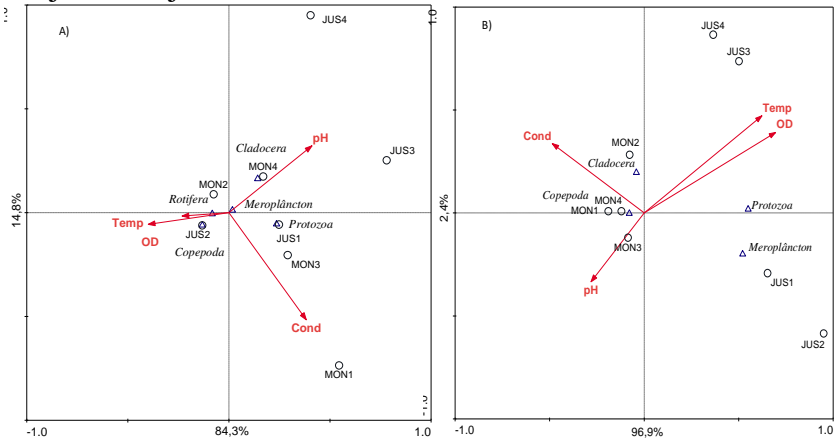
Figura 4 - Riqueza e diversidade de espécies da comunidade zooplantônica durante o mês de julho de 2016 nos oito pontos localizados na área de influência das PCH's Cabixi I e Cabixi II



Os resultados obtidos para a análise de correspondência canônica (CCA) entre a densidade de Rotifera, Cladocera, Copepoda, Protozoa e Meroplâncton e as variáveis ambientais nos pontos amostrados na PCH de Cabixi I em janeiro, teve uma porcentagem total explicada pelos dois primeiros componentes de 99,1%. A variável oxigênio dissolvido foi significativamente associada aos dados de densidade dos grupos da comunidade zooplantônica, segundo o teste de Monte Carlo. Os grupos Rotifera e Copepoda foram correlacionados com os valores de temperatura e oxigênio dissolvido. Já os grupos Cladocera e Meroplâncton, foram associados aos valores de pH e o grupo Protozoa aos valores de condutividade elétrica. Em julho, a porcentagem total explicada pelos dois primeiros componentes nessa análise foi de 99,3%. Os grupos Cladocera e Copepoda foram correlacionados com as variáveis condutividade e pH e com os pontos localizados a montante. Já os grupos Protozoa e Meroplâncton, foram associados aos valores de temperatura e

oxigênio dissolvido e com os pontos localizados a jusante (Figura 5).

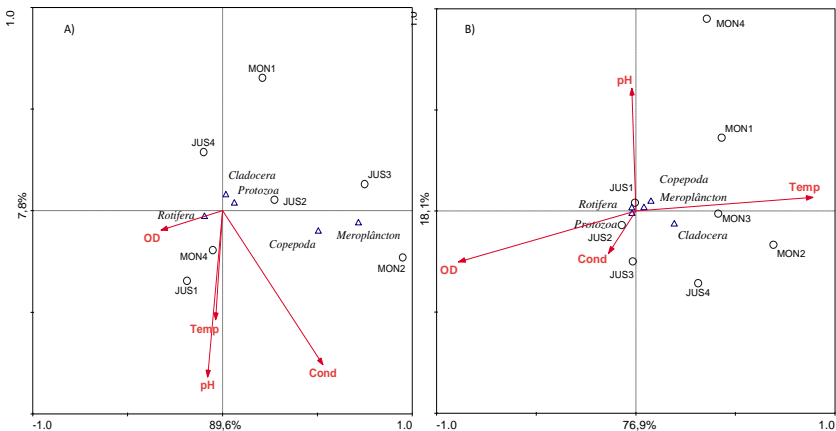
Figura 5: Diagrama de ordenação da CCA entre as densidades dos principais grupos da comunidade zooplânctônica e as variáveis ambientais nos pontos de amostragem da PCH Cabixi I em janeiro e julho de 2016



Para a PCH Cabixi II, a porcentagem total explicada pelos dois primeiros componentes da CCA para a coleta de janeiro foi de 97,4%. A variável pH foi significativamente associada aos dados de densidade dos grupos da comunidade zooplânctônica, segundo o teste de Monte Carlo. Os grupos Cladocera, Protozoa, Copepoda e Meroplâncton foram correlacionados com os valores de condutividade elétrica. Já o grupo Rotifera, foi correlacionado com os valores de oxigênio, temperatura e pH. Em julho, a porcentagem total explicada pelos dois primeiros componentes dessa análise foi de 95,0%. A variável oxigênio dissolvido foi significativamente associada aos dados de densidade dos grupos da comunidade zooplânctônica, segundo o teste de Monte Carlo.

Os grupos Rotifera e Protozoa foram correlacionados com os valores de oxigênio dissolvido, pH e de condutividade elétrica e com a maioria dos pontos amostrados a jusante. Já os grupos Cladocera, Copepoda e Meroplâncton, foram associados aos valores de temperatura e com os pontos localizados a montante (Figura . 6).

Figura 6 - Diagrama de ordenação da CCA entre as densidades dos principais grupos da comunidade zooplânctônica e as variáveis ambientais nos pontos de amostragem da PCH Cabixi II em janeiro e julho de 2016.



Considerações finais

A comunidade zooplânctônica apresentou composição típica dos sistemas aquáticos tropicais, com maior ocorrência de organismos pequenos e com rápido ciclo de vida, denominados como microzooplâncton facilitador e, orientando ton. As maiores ocorrências e abundâncias desses organismos no zooplâncton estão diretamente relacionadas com ambientes de baixa profundidade, maior concentração de vegetação marginal e

grande circulação da água. No geral, os valores da diversidade e riqueza zooplanctônica foram baixos, o que é um resultado normalmente verificado para os ecossistemas de baixa produtividade, os quais apresentam pouca variedade de alimento disponível. Além disso, os ambientes estudados são caracterizados naturalmente com águas ácidas, o que diminui a diversidade de espécies e faz com que haja a predominância daquelas de hábito oportunista, como o microzooplâncton. Verifica-se que as variações da comunidade zooplanctônica foram associadas às variações abióticas, sendo estas relacionadas às diferenças sazonais (entre janeiro e julho). Os ambientes se encontram em boas condições ambientais e todas as variações registradas podem ser consideradas típicas e naturais da região.

Referências

BARNETT, A.J.; BEISNER, B.E. *Zooplankton biodiversity and lake trophic state: explanations invoking resource abundance and distribution*. Ecology, 2007. v.88, pp. 75–86.

BARBOSA, T. A. S; DUPAS, F. A. *Utilização de uma matriz simplificada para a quantificação e qualificação dos impactos ambientais da PCH Ninho das Águias*. In: Comitê Brasileiro de Barragens. Anais do VI Simpósio Brasileiro sobre Pequenas e Médias Centrais Hidrelétricas. Belo Horizonte – MG, 21 a 25 de janeiro de 2008.

BOZELLI, R. L.; HUSZAR, V. L. M. *Comunidades Fito e Zooplanctônicas Continentais em Tempo de Avaliação*. LIMNOtemas. Sociedade Brasileira de Limnologia, 2003. v. 3, pp. 1-32.

BRANCO, S.M. *Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária*. Convênio CETESB, 1986. São Paulo, 3.ed. 640p.

BRASIL. *Ministério de Minas e Energia. Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica*. Disponível em: http://www.mme.gov.br/programs_display.do?chn=877.2009. Acesso em: 18 ago. 2018.

COELHO-BOTELHO, M. J. *Dinâmica da comunidade zooplantônica e sua relação com o grau de trofia em reservatórios*. Boletim CETESB, 2004. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 17 de ago. 2018.

ELMOOR-LOUREIRO, L.M. *Manual de identificação de Cladóceros límnicos do Brasil*. Brasília: Editora Universa, 1997. 156 p..

KOSTE, W. *Rotatoria die radertieremittleuropas, Übeordnung Monogononta*. Berlim: GebriiderBerträger, 1978. 1010 p.

GANNON, J.E.; STEMBERGER, R. *Zooplankton (especially crustaceans and rotifers) as indicators of water quality*. Transactions of the American Microscopical Society, 1978.pp. 16-35.

LANSAC-TÔHA, F. A.; BONECKER, C. C.; VELHO, L. F. M.; TAKAHASHI, E. M.; NAGAE, M. Y. *Zooplankton in the upper Paraná river floodplain: composition, richness, abundance and relationships with the hydrological level and the connectivity*. In AGOSTINHO, A. A.; RODRIGUES, L.; GOMES, L. C.; THOMAZ, S. M.; MIRANDA, L. E. (Eds.). Structure and

functioning of the Paraná river and its floodplain. Maringá: Eduem, 2004. pp. 75-84.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; LUZIA, A.P.; TUNDISI, J.G. *Estado Trófico dos Reservatórios em Cascata do Médio e Baixo Tietê (SP) e Manejo para o Controle da Eutrofização*. In: STRAŠKRABA, M.; TUNDISI, J. G. (Eds.) *Diretrizes para o Gerenciamento de Lagos*. Volume 9: Gerenciamento da Qualidade da Água de Represas São Carlos: ILEC, IIE. 2000. 300p.

MEHNER, T.; BENNDORF, J. *Eutrophication - a summary of observed effects and possible solutions*. *Journal of Water SRT - Aqua*, 1995. vol. 44, Suppl. 1, pp. 35-44.

PERBICHE-NEVES, G.; SERAFIM-JÚNIOR, M. *Zooplâncton de um trecho do rio Laranjinha (Bacia do rio Paranapanema), Estado do Paraná, Brasil*. *Revista Estudos de Biologia*, 2007. v.29, n.68/6, pp. 257-268.

REID, J.W. *Chave de identificação para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da Ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda)*. *Bol. Zool.*, 1985. n.9, pp. 17-143.

SANTOS-SILVA, E.N. *Revisão das espécies do "complexo nordestinus" (Wright, 1935) do gênero Notodiatomus Kiefer, 1936 (Copepoda: Calanoida: Diaptomidae)*. 2000. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, USP.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois, 1949. Press: Urbana.

TER BRAAK, C. J. F.; ŠMILAUER, P. *Canoco reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination*. Microcomputer Power, 2002. Ithaca, NY.

TOLEDO, A.; TALARICO, M.; CHINEZ, S. J.; AGUDO, E. G. *A aplicação de modelos simplificados para a avaliação do processo de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais*. In Anais do 12º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 1983. Camboriú. pp. 1-34.

TSOUTSOS, T.; MARIA, E.; MATHIOUDAKIS, V. *Sustainable siting procedure of small hydroelectric plants: the Greek experience*. Energy Policy, 2007. pp.2946-2959.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. *Ecossistemas de águas interiores*. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Orgs). *Águas doces no Brasil – Capital ecológico uso e conservação*. 2 ed. São Paulo: Escrituras, 2002.

VELHO, L.F.M.; LANSAC-TÔHA, F.A.; BONECKER, C.C. *Distribuição longitudinal da comunidade zooplancônica em reservatórios*. In: Rodrigues, L.; Thomaz, S.M.; Agostinho, A.A.; Gomes, L.C. (Eds.). *Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais*. Rima, São Carlos, 2005. pp. 129-136.

GEOTECNOLOGIAS PARA A CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA SUB-BACIA DO RIO NOVO, NO TERRITÓRIO MADEIRA MAMORÉ

*Sídna Primo dos ANJOS
Juliana Padovan de OLIVEIRA
Jhony VENDRUSCOLO
Diogo Martins ROSA*

Introdução

A bacia hidrográfica é definida como sendo uma área geográfica natural, com limites delimitados pelo escoamento das águas na superfície terrestre com o passar do tempo, formando uma rede de drenagem composta por vários tributários e um rio principal (SANTANA, 2003). A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituído pela Lei nº 9.433/97, estabelece a bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação da mesma, para subsidiar a gestão dos recursos hídricos (BRASIL, 1997). Neste contexto, observa-se uma preocupação em contribuir com o planejamento socioeconômico e ambiental, ao garantir o uso racional dos recursos naturais, bem como, a prevenção de eventos externos decorrentes do uso inadequado (BERNARDI et al., 2012).

Dentre as técnicas mais praticadas nas análises hidrológicas ou ambientais, tem-se a caracterização morfométrica, com o propósito de explicar as inúmeras

indagações referentes à dinâmica hidrológica do ecossistema, local ou regional (TEODORO et al., 2007). Os parâmetros estudados estão relacionados com a geometria, relevo e drenagem, e podem ser obtidos através dos sistemas de informações geográficas (SIG), sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento, em tempo hábil e com baixo custo financeiro (KABITE & GESSESSE, 2018).

A região amazônica tem uma grande dimensão, assim, observa-se o potencial do uso de geotecnologias para obter as informações necessárias para o planejamento. Em face do exposto, objetivou-se avaliar o potencial das geotecnologias para o levantamento de características morfométricas, tendo como área de estudo a sub-bacia do rio Novo, Amazônia Ocidental, Brasil.

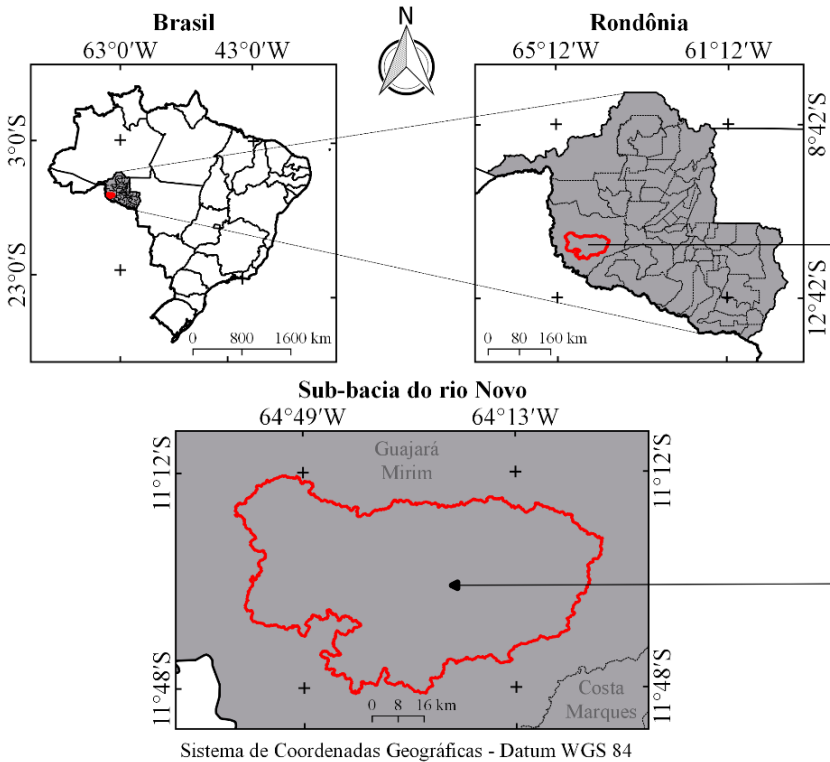
Material e Métodos

A área de estudo corresponde a sub-bacia do Rio Novo, localizada no município de Guajará-Mirim, Rondônia, Brasil (Figura 1). A microbacia abrange a Terra Indígena Pacaás Novos, as Reservas Extrativistas Barreiro das Antas e Pacaás Novos, o Parque Nacional Parque das Cutias e a Reserva Biológica Tracadal.

A região tem clima do tipo Monção (ALVARES et al., 2013), temperatura média anual 26,4°C, umidade relativa em torno de 82%, precipitação anual de 1.513,7 mm (RONDÔNIA, 2012), e vegetação nativa classificada como Floresta Ombrófila

Estacional Sub-Montana associada à mata de várzea e/ou mata aberta de terra firme (BENTES GAMA, 2007).

Figura 01 - Localização da sub-bacia do Rio Novo, Amazônia Ocidental, Brasil.



Foram analisados os parâmetros geométricos (área, perímetro, fator de forma, índice de circularidade e coeficiente de

compacidade), de relevo (altitude e declividade) e da rede de drenagem (padrão, ordem, densidade de drenagem, densidade de nascentes, índice de sinuosidade e tempo de concentração). Para o processamento dos dados, utilizou-se o software QGIS 2.10.1 (versão Pisa) (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2015). Para a mensuração dos parâmetros, utilizou-se a seguinte metodologia:

Fator de forma: Corresponde à razão entre a largura média e o comprimento axial da sub-bacia, (CARDOSO et al., 2006; WATANABE, 2015) e foi mensurado com a equação 1 (VILLELA & MATTOS, 1975): $F = \frac{A}{L^2}$ (1)

Onde: F= fator de forma; A= área da sub-bacia (km²); L= comprimento do eixo da sub-bacia (km).

Índice de circularidade: Relaciona o nível de suscetibilidade a enchentes da sub-bacia. Valores próximos a 1 denotam forma circular na sub-bacia e alta suscetibilidade a enchentes, e valores próximos a 0 indicam formato alongado e baixa suscetibilidade. Este parâmetro foi mensurado com a equação 2 (SCHUMM, 1956): $IC = \frac{12,57 \times A}{P^2}$ (2)

Onde: IC = índice de circularidade; A = área de drenagem (km²); P = perímetro da sub-bacia (km).

Coefficiente de compacidade: Constitui a relação entre o perímetro da sub-bacia e a circunferência de um círculo de área igual ao da sub-bacia (CARDOSO et al., 2006), e foi calculado com a equação 3 (VILLELA & MATTOS, 1975):

$$Kc = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (3)$$

Onde: K_c = Coeficiente de compacidade; P = perímetro da sub-bacia(km); A = área de drenagem (km^2).

Altitude: Os valores da altitude mínima e máxima foram obtidos diretamente da imagem SRTM, e a altitude média foi mensurada com a ferramenta “estatística por zonas”.

Relevo: O relevo foi extraído da imagem SRTM com o auxílio da ferramenta “modelo digital de elevação”, sendo classificado de acordo com a declividade: plano (0-3%), suave ondulado (3-8%), ondulado (8-20%), forte ondulado (20-45%), montanhoso (45-75%), e escarpado (<75%), conforme descrito por Santos et al. (2013).

Padrão de drenagem: Distribuição espacial da rede de drenagem na paisagem, a qual é influenciada por vários fatores, com destaque para precipitação e material geológico. Este parâmetro foi obtido por comparação com dados de Parvis (1950).

Densidade de Drenagem: Índice que estabelece indicativos do escoamento da água na superfície terrestre, refletindo uma intensidade maior ou menor dos processos erosivos na forma dos canais (CARDOSO et al., 2006; SOUZA et al., 2013). Calculado com a equação 4 (CHRISTOFOLETTI, 1969).

$$Dd = \frac{L}{A} \quad (4)$$

Onde: Dd =densidade de drenagem (km km^{-2}); L = comprimento da rede de drenagem (km); A = área de drenagem (km^2).

Densidade de nascentes: Inicialmente se extraiu as nascentes da drenagem utilizando o plugin “*streamfeatureextractor*”, em seguida, mensurou-se a densidade com a equação 5.

$$Dn = \frac{Nn}{A} \quad (5)$$

Onde: Dn = densidade de nascentes (nascentes km⁻²); Nn = número de nascentes; A = área de drenagem da sub-bacia (km²).

Índice de sinuosidade: Relação entre o comprimento do canal principal e a distância vetorial entre os extremos do canal. Calculado com a equação 6(VILLELA &MATTOS, 1975).

$$Is = \frac{L-Dv}{L} \times 100 \quad (6)$$

Onde: Is = índice de sinuosidade (%); L = comprimento do canal principal (km); Dv = distância vetorial do canal principal (km).

Tempo de concentração: Tempo necessário para que toda a área da sub-bacia contribua para o escoamento superficial num determinado ponto de controle, e foi mensurado com equação 7 (KIRPICH, 1940). $Tc = \left(0,87 \times \frac{L^3}{H}\right)^{0,385} \quad (7)$

Onde: Tc = tempo de concentração (h); L = comprimento do rio principal (km); H = desnível entre a parte mais elevada do rio principal e a secção de controle (m).

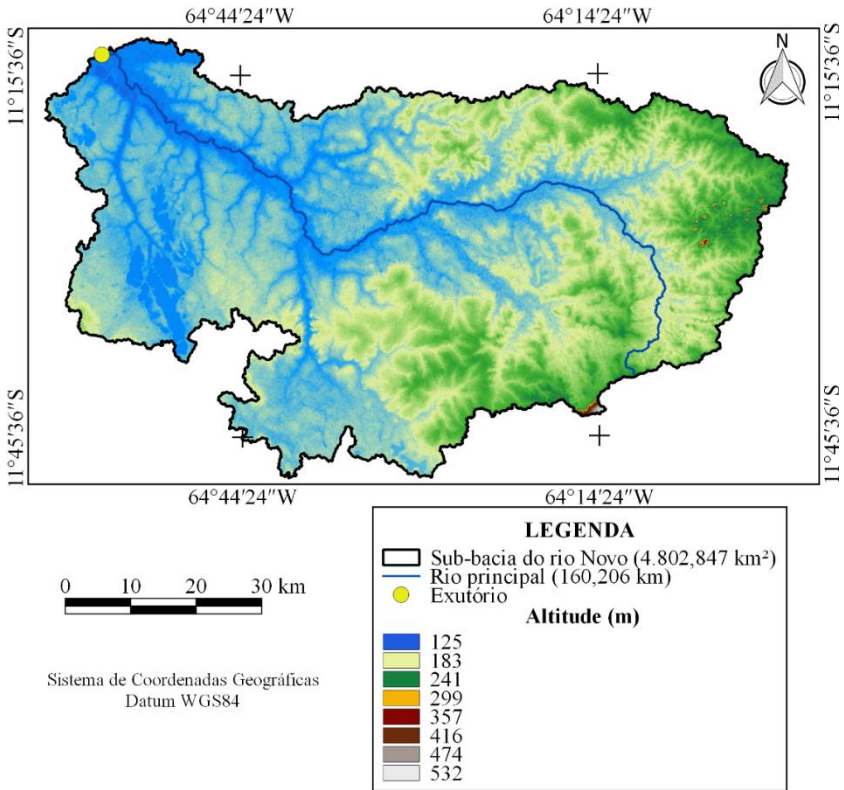
Resultados e Discussão

A sub-bacia do Rio Novo tem uma área de 4.802,85 km², perímetro de 623,18 km, fator de forma de 0,39, índice de circularidade de 0,16 e coeficiente de compacidade de 2,52. As características geométricas indicam que a sub-bacia tem forma

alongada e não está suscetível a enchentes (LIMA JÚNIOR et al., 2012; SILVA, 2012). Bacias com formato alongado tem menor probabilidade de ocorrência de precipitações em toda extensão simultaneamente, quando comparadas com bacias de áreas equivalentes e formato circular (VILLELA & MATTOS, 1975).

Os valores de altitude variam de 125 a 532 m, com média de 179 m (Figura 2). Em altitudes mais elevadas, a temperatura se torna mais baixa e uma menor quantidade de energia é empregada para a evaporação da água, em compensação, nas altitudes mais baixas é observado o inverso, portanto, áreas mais elevadas tendem a ter maior quantidade de precipitação, trazendo um suprimento de água maior aos cursos d'água (CASTRO Jr. 2001). Na sub-bacia de estudo, as áreas mais elevadas encontram-se na região leste, de modo que este setor deve ser considerado como prioritário para conservação e manutenção dos recursos hídricos.

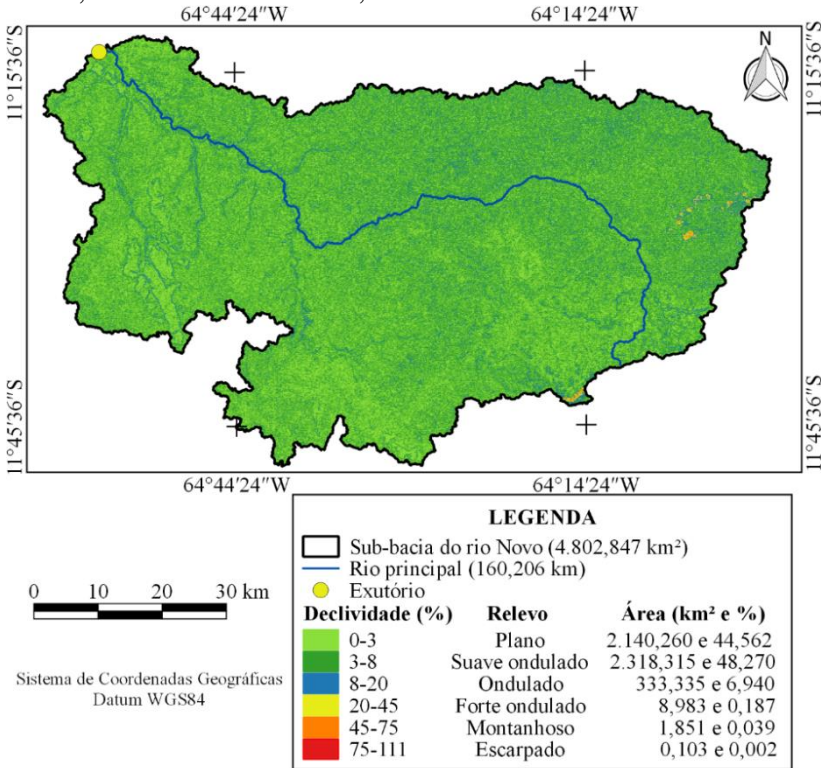
Figura 2 - Distribuição espacial da altitude na sub-bacia do Rio Novo, Amazônia Ocidental, Brasil



Na área de estudo existem seis classes de relevo, variando de plano a escarpado, contudo, constata-se a predominância das classes plano e suave ondulado, juntas representam aproximadamente 92,83% da área total (Figura 3). A predominância de relevos de baixa declividade indica baixa

suscetibilidade a picos de enchentes, tendo em vista que a magnitude tende a aumentar com a inclinação do terreno (SILVA et al.,2014).

Figura 3 - Distribuição espacial do relevo na sub-bacia do Rio Novo, Amazônia Ocidental, Brasil.

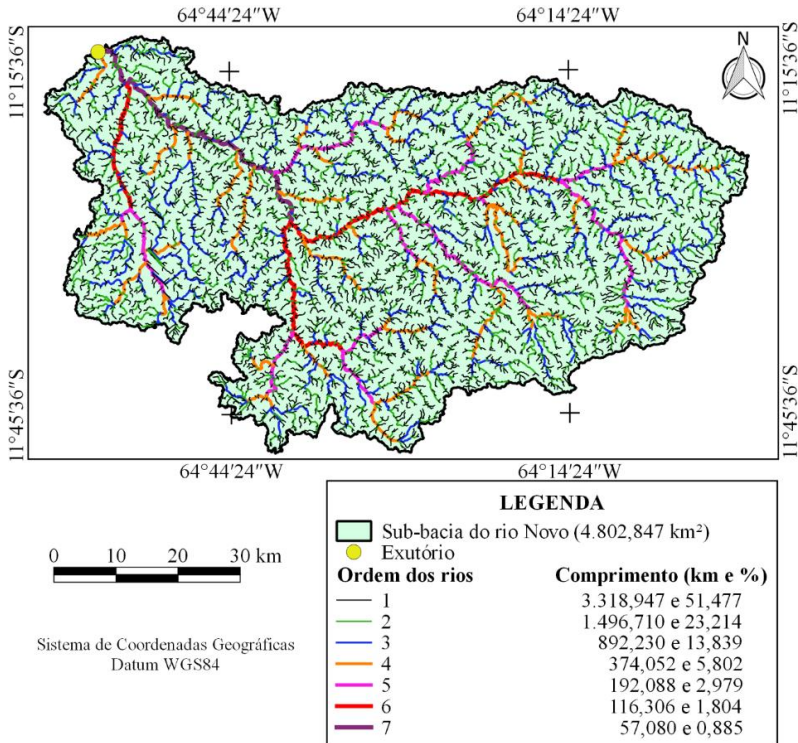


Em áreas com relevos íngremes também se observa maior suscetibilidade à erosão hídrica, em função do favorecimento do escoamento superficial e, conseqüentemente, perdas de solos, nutrientes e matéria orgânica (ROSS &DYKES, 1996; PEREIRA

et al., 2003). Assim, é aconselhável a utilização integrada de práticas mecânicas, vegetativas e edáficas para a manutenção da cobertura do solo e controle do escoamento superficial na sub-bacia do Rio Novo, principalmente nas áreas mais declivosas.

A rede de drenagem tem padrão dendrítico de 7ª ordem (Figura 4), densidade de drenagem de 1,34 km km⁻², densidade de nascentes de 0,93 nascentes km⁻², índice de sinuosidade de 40,87% e tempo de concentração de 56,64 h.

Figura 4 - Rede e ordem de drenagem na sub-bacia do Rio Novo, Amazônia Ocidental, Brasil.



De acordo com a literatura, essas informações denotam que a sub-bacia do Rio Novo tem rede de drenagem bem ramificada (PARVIS, 1950), elevada condição para habitação de peixes (FAIRFULL & WHITERIDGE, 2003), média densidade de drenagem (BELTRAME, 1994), baixa densidade de nascentes (LOLLO, 1995), canal principal sinuoso (ROMERO et al., 2017) e elevado tempo de concentração.

Conclusões

A sub-bacia do Rio Novo tem forma alongada, baixa suscetibilidade a enchentes e erosão do solo, rede de drenagem bem ramificada, elevada condição para habitação de peixes, média densidade de drenagem, baixa densidade de nascentes, canal principal sinuoso e elevado tempo de concentração.

Apesar da baixa suscetibilidade a enchentes e erosão do solo, recomenda-se a adoção de práticas conservacionistas de manejo do solo, principalmente nas áreas mais declivosas, para evitar enchentes pontuais, reduzir possíveis problemas com perdas de solo, e o comprometimento da quantidade e qualidade dos recursos hídricos, e do ecossistema aquático. As áreas de matas ciliares localizadas na cabeceira são consideradas prioritárias para a conservação dos recursos hídricos e implantação de projetos de recuperação de áreas degradadas.

O uso integrado de sistemas de informação geográfica, sensoriamento remoto e geoprocessamento, possibilitam o levantamento das características da paisagem, e podem ser utilizadas para auxiliar o planejamento socioeconômico e ambiental na região amazônica.

Agradecimentos

Agradecemos ao grupo de pesquisa GEOMA da Universidade Federal de Rondônia – UNIR, campus de Rolim de Moura – RO.

Referências

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. *Koppen's climate classification map of Brazil*. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BELTRAME, A. V. *Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação*. Editora: UFSC, 1 ed., Florianópolis, 1994. 132p.

BENTES-GAMA, M. D. M.; VIEIRA, A.H.; LIMA, L. F.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, A. P. F.F. *Ocorrência de populações naturais de espécies não-madeireiras em Rondônia*. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia-Documentos, 2007. 27 p. (Documentos / Embrapa Rondônia, 119). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAF-RO-2010/12195/1/doc119-especiesnaomadeireiras.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

BERNARDI, E. C. S.; PANZIEIRA, A.G.; BURIOL, G. A.; SWAROWSKY, A. *Bacia hidrográfica como unidade de gestão ambiental*. Disciplinarum Scientia, v. 13, n. 2, p. 159-168, 2012.

BRASIL. *Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em: ago. 2018.

CARDOSO A. C.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. *Caracterização morfológica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ*. Revista *Árvore*, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006.

CASTRO JR., E. *O papel da fauna endopedônica na estruturação física dos solos e o seu significado para a hidrologia de superfície*. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001. 150 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CHRISTOFOLETTI, A. *Análise morfológica de bacias hidrográficas*. *Notícia Geomorfológica*, v. 18, n. 9, p. 35-64, 1969.

FAIRFULL, S.; WITHERIDGE, G. *Why do Fish Need to Cross the Road? Fish Passage Requirements for Waterway Crossings*. Cronulla: NSW Fisheries, 2003. 14p. Disponível em: <https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0004/633505/Why-do-fish-need-to-cross-the-road_booklet.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2019.

KABITE, G.; GESSESSE, B. *Hydro-geomorphological characterization of Dhidhessa River Basin, Ethiopia*. *International Soil and Water Conservation Research*, v. 6, n. 2, p. 175-183, 2018.

KIRPICH, Z.P. *Time of concentration in small agricultural watersheds*. *Civil Engineering*, v. 10, n. 6, p. 362-370, 1940.

LIMA JÚNIOR, J. C.; VIEIRA, W. L.; MACÊDO, K. G.; SOUZA, S. A.; NASCIMENTO, F. A. L. *Determinação das*

características morfológicas da sub-bacia do Riacho Madeira Cortada, Quixelô, CE. In: VII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação - Ciência Tecnologia e Inovação: ações sustentáveis para o desenvolvimento regional. Junho de 2012. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

LOLLO, J. A. *O uso da técnica de avaliação do terreno no processo de elaboração do mapeamento geotécnico: sistematização e aplicação na quadrícula de Campinas.* Tese (Doutorado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995.

PARVIS, M. *Drainage pattern significance in airphoto identification of soils and bedrocks.* Photogrammetric Engineering, v. 16, p. 387-408, 1950.

PEREIRA, S. B.; PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D.; MATOS, A. D. *Desprendimento e arraste do solo pelo escoamento superficial.* Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7, n. 3, p. 423-429, 2003.

QGIS Development Team. *QGIS Geographi Information System.* Open Source Geospatial Foundation Project. 2015. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org>>. Acesso em: jun. 2017.

ROMERO, V.; FORMIGA, K. T. M.; MARCUZZO, F. F. N. *Estudo hidromorfológico de bacia hidrográfica urbana em Goiânia/GO.* Ciência e Natura, v. 39, n. 2, p. 320-340, 2017.

Rondônia. *Boletim climatológico de Rondônia – 2010*. Porto Velho, RO:Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental, 2012.34 p.

ROSS, S. M.; DYKES, A. *Soil conditions, erosion and nutrient loss on steep slopes under mixed dipterocarp forest in Brunei Darussalam*. Tropical Rainforest Research, v. 74, p. 259-270, 1996.

SCHUMM, S. A. *Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey*. Geological Society of America bulletin, v. 67, n. 5, p. 597-646, 1956.

SANTANA, D. P. *Manejo integrado de Bacias Higrógraficas*. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 63p. (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, 30). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/16221/1/Doc_30.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2019.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHINIZU, S. H. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. 92p.

SILVA, A. R.; SILVA, M. F.; SANTOS, L. C. A. *Caracterização morfológica do Rio Cacaú – MA*. Revista Percurso, v. 6, n. 2, p. 141- 153,2014.

SILVA, Q. D. *Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão*. Presidente Prudente, São Paulo, 2012. 249f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista. Disponível em:

<<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/101458> >. Acesso em: 16 ago. 2019.

SOUZA, R. M.; FORMIGA, K. T.; VEIGA, A.M. *Caracterização morfológica e delimitação da bacia hidrográfica do Córrego Samambaia–GO a partir de dados do SRTM*. XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR. Abril de 2013. Disponível em: <<http://www.clickgeo.com.br/anais-do-xvi-simposio-brasileiro-de-sensoriamento-remoto/>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. *Os conceitos da bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfológica para o entendimento da dinâmica ambiental local*. Revista Uniara, n.20, p. 137-156. 2007.

USGS – United States Geological Survey. *USGS: Science for a changing world*. Disponível em: <earthexplorer.usgs.gov>. Acesso em: jun. 2017.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. *Hidrologia aplicada*. São Paulo, Mc Graw-Hill do Brasil, 1975. 245p.

WATANABE, M. *O uso da terra e o aporte sedimentar em suspensão de bacias pareadas na Amazônia: sub-bacias do Rio Mutum-Paraná/RO*. Curitiba, Paraná, 2015. 115f. Tese (Doutor em Geografia) - Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/41942>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE URBANA

Robison Costa de SOUZA
Gabriel Ediu dos Santos PEREIRA
Regina Geralda de FIGUEIREDO
Mariangela Soares de AZEVEDO
Evanleide Rodrigues da SILVA
William Silvio do NASCIMENTO

Introdução

O processo acelerado e desordenado pelo qual muitos dos sítios urbanos brasileiros se desenvolveram, não é uma exceção, mas sim uma regra. Infelizmente, esse processo de desenvolvimento a qualquer custo traz consigo uma gama variada de consequências sociais e ambientais, e a esse respeito Guerra e Marçal (2006), descreve que o crescimento acelerado afeta diretamente o meio físico urbano, ocasionando diversos problemas ambientais como: poluição do ar, da água, do solo e deslizamentos.

O ambiente urbano, igualmente como o ambiente natural, não é fixo nem imutável, mas está em constante metamorfismo. Essas mudanças na paisagem findam por criar novas rugosidades, nesse sentido faz-se necessário adequar essas mudanças às necessidades da população que ocupam esses espaços. Assim como o relevo em determinada paisagem, que sempre está em constante mudança devido a forças que atuam na sua

modificação, sejam elas naturais (endógenas e exógenas) ou antropogênicas, a cidade também sofre essas constantes mudanças, podemos então afirmar que uma cidade nunca está terminada ou concluída, mas em constante mutação.

Nesse novo cenário mutável, desenhado pelo homem, Coelho (2010) afirma que os geógrafos têm vital importância na análise socioespacial das questões sociais e da problemática ambiental. É fundamental acrescentar que nesta problemática ambiental a união das duas correntes da geografia, a humana e a física, precisam trabalhar juntas, pois o ambiente físico não pode ser visto apenas de forma mecânica enviesada de fórmulas, abordando a sociedade apenas como uma variável pouco significativa, tampouco o lado humano deve trabalhar de forma isolada, haja vista que necessita dos dados físicos para embasar os estudos da sociedade sobre o espaço.

Essas modificações que alteram a paisagem transformando-as de natural para antropizada, ocasionam diversas consequências, uma dentre as tantas, citemos aqui a diminuição da taxa de infiltração da água no solo nos sítios urbanos, provocada pela camada de concreto que impermeabiliza os terrenos, dificultando a infiltração da água que toca a superfície do solo, aumentando o escoamento superficial e no caso de muitas cidades, contribuem com aumento da vazão dos córregos urbanos e findam no transbordamento destes, trazendo prejuízos para a população que habita ou exerce atividades próximo a rios e igarapés.

A respeito da infiltração de água no solo, Guerra (2005) diz que o ciclo da água irá exercer protagonismo sobre os processos geomorfológicos na superfície terrestre, pois a água

precipitada ao cair em forma de gotas, atinge inteiramente o solo ou é interceptada pela vegetação ou no caso de centros urbanos, também pode ser interceptada por construções. Em seguida, iniciará o processo de locomoção da água. A água que chegou até o solo irá infiltrar, aumentando a umidade deste até acontecer a saturação, logo após iniciará a formação de poças que é o acúmulo de água em determinado ponto, finalmente ocorrerá escoamento superficial, que acontece quando o solo está saturado.

Ao infiltrar a água não ficará inerte no solo, parte dela poderá sofrer a evapotranspiração, que ocorre pela evaporação da água do solo e pela transpiração das plantas, esse fenômeno acontece devido a energia proveniente dos raios solares. O ciclo continuará com a água que não sofreu a evapotranspiração, esta infiltrará até atingir o lençol freático e abastecerá os cursos d'água, (TUCCI, 2004).

A dificuldade do solo urbano em absorver a água, provocará problemas ambientais, sociais e de saúde, principalmente se a água que escorrer estiver contaminada. Essas questões ambientais tendem a se agravar em cidades onde a gestão dos igarapés urbanos é negligenciada e historicamente isso ocorre em todo o Brasil.

Partindo do exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a infiltração de água no solo em Áreas de Preservação Permanente urbana da cidade de Porto Velho. A área selecionada para avaliação deste estudo compreende uma parte do igarapé dos Tanques.

Materiais e Métodos

A hierarquização da pesquisa foi em três etapas, a primeira consistiu no levantamento bibliográfico sobre o assunto, para auxiliar a pesquisa em campo e posteriormente em gabinete; a segunda etapa consistiu em pesquisa de campo com a avaliação da infiltração de água nas margens; e na terceira etapa, realizou-se a tabulação e discussão dos dados obtidos em campo.

As análises de campo foram realizadas entre os dias 30 de abril de 2015 e 17 de maio de 2015, sendo que este intervalo de tempo deveu-se às intensas chuvas que ainda ocorreram na cidade de Porto Velho, impossibilitando os trabalhos de campo em algumas ocasiões.

Na área de estudo há seis bairros, no trecho pesquisado foram realizados oito pontos de análises, figura 1, iniciando no bairro Nova Porto Velho e finalizando no bairro Costa e Silva

Figura 1 - Distribuição dos pontos ao longo da APP do Igarapé dos Tanques



Imagem: Landsat GoogleEarth.

Os materiais utilizados em campo foram os seguintes: anel (infiltrômetro) de aço com 50cm de diâmetro e 25cm de altura; anel (infiltrômetro) de aço com 25cm de diâmetro e 25cm de altura; um prumo; régua para avaliar o nível de água infiltrada; marreta para auxiliar na penetração dos anéis no solo; formulário de campo para anotação dos valores atribuídos para cada avaliação; GPS para marcação das coordenadas de cada ponto de coleta; imagem do satélite *Landsat* abrangendo a cidade de Porto Velho extraída do *Google Earth*; cronômetro para marcar o tempo de infiltração da água; galões com água para abastecer os cilindros.

Para analisar a infiltração de água em solos, fez-se uso da metodologia proposta por Salassier (1995), que consistiu em cravar os anéis no solo até sua metade (12,5 cm). Em seguida, utilizou-se o prumo para verificar o nível dos anéis, continuando fixou-se a régua dentro do cilindro menor, foi colocada água no anel maior, a água colocada neste anel serve para evitar o escoamento lateral da água do anel menor, prosseguindo colocou-se água até a marca de 10cm no anel menor, a água inserida neste anel serviu para avaliar a infiltração vertical, neste momento iniciou-se a contagem do tempo no cronômetro e a marcação da taxa de infiltração na planilha de campo.

O trabalho ao ter como foco as margens de igarapé urbano, elegeu-se o Igarapé dos Tanques, cuja escolha se deu em virtude de este localizar-se por completo dentro de área antropizada, e pelas consequências geradas pela ocupação da área da sub-bacia ao longo dos anos.

O Igarapé dos Tanques está inserido na Amazônia Ocidental, Estado de Rondônia, na região central da cidade de Porto Velho. A sub-bacia do igarapé dos Tanques pertence a bacia do rio Madeira, na divisão da sub-bacia do Médio Madeira. O Igarapé dos Tanques, de sua nascente até sua desembocadura, encontra-se totalmente inserido na cidade de Porto Velho, ou seja, na área urbana, seu leito principal mede 4,83km da sua nascente até o ponto oito, último ponto deste estudo. Tem sua origem no Bairro Nova Porto Velho, desembocando no lado direito do Rio Madeira, no bairro Nacional. Porém, é importante frisar que neste estudo foi analisada apenas uma parte da sub-bacia do Igarapé dos Tanques. Nesse sentido, foram avaliados oito pontos compreendendo seis bairros, são eles: Nova Porto Velho, Embratel, Liberdade, Olaria, São João Bosco e Costa e Silva.

O clima na região de Porto Velho, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Awi – Tropical chuvoso com estação seca no ano. A temperatura média é de 32°C, com máxima de 32°C e mínima de 21°C (CPRM, 1996). Em Porto Velho, a precipitação média no período chuvoso, que compreende os meses de novembro a abril é superior a 220mm por mês, já no período seco, que compreende os meses de junho a agosto a média diminui drasticamente, chegando a ser anotado médias de 31,2mm por mês, Silva (2004).

Segundo o Atlas Geoambiental de Rondônia (SEDAM, 2001), a área urbana de Porto Velho está inserida na formação Cenozóica. De acordo com observação no Mapa Geológico da Área Periurbana de Porto Velho, o Igarapé dos Tanques situa-se na região classificada como Formação JaciParaná-Pleistoceno.

A mancha urbana da cidade, na qual se localiza o Igarapé dos Tanques, está inserida na unidade geomorfológica denominada Planalto Retrabalhado da Amazônia Ocidental. Em geral, apresenta superfície plana constituída por uma sequência de sedimentos tercióquaternários de origem fluvial, colúvio-aluvial e flúvio lacustre, caracteriza-se por relevo arrasado, com trechos de dissecação, onde estão presentes morrotes residuais de topo aplainado, controlados pela presença de lateritos maduros e imaturos. Esta configuração de sedimentos se estende sobre um substrato granítico-gnáissico antigo, que apresenta um relevo dissecado que faz parte de uma extensa superfície peneplanizada (SEDAM, 2001).

Quanto a pedologia, o Atlas Geoambiental de Rondônia (SEDAM, 2001), demonstra que o perímetro urbanizado do município de Porto Velho está assentado sobre Latossolo

vermelho-amarelo, portanto o Igarapé dos Tanques idem. Há uma predominância de solos distróficos e álicos, ou seja, baixa fertilidade natural e alta acidez. Os dados expostos aqui sobre o solo correspondem ao solo originário, porém em campo observou-se deposição de entulho, lixo, aterro de diversos tipos, materiais que não correspondem a área originária. Uma classificação pedológica mais apurada exige visita a campo com análise do perfil e coleta de amostras de solo da sub-bacia, porém esses procedimentos serão realizados em pesquisas futuras.

Resultados e discussões

Em alguns pontos de coleta não houve o registro de infiltração (ponto 1, ponto 3 e ponto 7), nos demais pontos a infiltração foi registrada.

Como demonstração dos resultados obtidos em campo, apresentamos a seguir as informações do ponto 2, que podem ser verificadas no quadro 1, exemplificando como todos os dados foram anotados em campo e posteriormente passados para planilhas eletrônicas para criação das curvas de infiltração. As leituras foram realizadas tomando como medida de tempo minutos, porém para a construção da curva de infiltração transformou-se o tempo em horas para compará-lo com a velocidade de infiltração.

Quadro 4 - Avaliação de Infiltração de Água, Ponto 2

Em que: * = Foi realizada recarga de água no cilindro central até a marca de 10cm da régua.; VIM = Velocidade de infiltração básica; VIB = Velocidade básica de infiltração.

Hora	Acumulado (min)	Acumulad o (h)	Leitura (cm)	Diferença (cm)	Infiltração Acumulada (I) (cm)	VIM (cm/h) 1	VIB (cm/h) 2
14:00	-	-	10,00	-	-	-	-
14:05	5	0,083333	9,80	0,2	0,2	2,4	1,2
14:10	10	0,166667	9,60	0,2	0,4	2,4	2,112
14:15	15	0,25	9,50	0,1	0,5	2	1,669
14:30	30	0,5	9,40	0,1	0,6	1,2	1,117
14:45	45	0,75	9,30	0,1	0,7	0,933	0,883
15:15	75	1,25	9,20	0,1	0,8	0,64	0,656
15:45	105	1,75	9,10 / 10 *	0,1	0,9	0,514	0,54
16:15	135	2,25	9,90	0,1	1,0	0,444	0,467
16:45	165	2,75	9,80	0,1	1,1	0,4	0,415
17:15	195	3,25	9,70	0,1	1,2	0,369	0,377

As leituras dos pontos 2, 4, 5, 6 e 8, foram realizadas nos tempos: 0, 5, 10, 15, 20, 25, 40, 55, 125, 155, 185. Porém a medida dos tempos aqui expostos serviu apenas como parâmetros, pois houve casos em que foi necessário realizar medidas antes dos tempos definidos devido a infiltração ter sido mais rápida, houve casos também onde a infiltração foi mais lenta, consequentemente as leituras foram mais espaçadas. O experimento foi finalizado quando a leitura da infiltração no anel interno se manteve constante por pelo menos quatro anotações. As recargas de água no cilindro interno aconteceram sempre que o nível da água ficou próximo da marcação de 9cm na régua.

Nos pontos 3 e 7, não houve infiltração e as leituras se mantiveram na marca de 10cm. Nesses pontos as leituras iniciaram-se em: 5, 10, 20, 30, 45, 60, 90 e 120 minutos.

Após a descrição dos dados nos formulários de campo, estes foram tabulados e organizados em planilhas do Excel para confecção de tabelas, curva de infiltração e obtenção da Velocidade de Infiltração Básica - VIB.

No ponto 1, devido ao grande volume de entulho nas margens do Igarapé não foi possível penetrar os infiltrômetros no solo, impedindo dessa forma o registro dos dados de infiltração.

No Ponto 3, localizado na BR-319, os motivos para a infiltração zero, podem estar relacionados à preparação da margem do Igarapé para o plantio de gramíneas, podendo ter ocasionado a compactação do solo, registra-se também a precipitação que houve durante a manhã do dia de coleta, o que pode ter contribuído para a saturação do solo.

No ponto 7, a explicação para a infiltração nula também pode estar relacionada com a chuva forte que antecedeu o momento da coleta dos dados, fazendo com que o solo estivesse saturado. Além disso, neste ponto há registros do uso da área como estacionamento de veículos, fato que colabora para a compactação do solo.

No entanto, para os dados registrados nas demais áreas onde houve infiltração, foram considerados os seguintes padrões de VIB, de acordo com Salassier (1995): baixa infiltração, menor que 0,5 cm/h; média infiltração, entre 0,5 e 1,5 cm/h; infiltração alta, entre 1,5 e 3,0 cm/h; muito alta, maior que 3,0 cm/h.

Dessa forma, nos pontos 2, 5 e 8 (Figura 2, 4, 6) a velocidade de infiltração básica apresenta-se como Baixa Infiltração. Já nos pontos 4 e 6 (Figuras 3 e 5), a VIB resultou em Média Infiltração. No conjunto de gráficos a seguir, consta a velocidade de infiltração sobre o tempo.

Figura 2 – Velocidade de infiltração no ponto 2

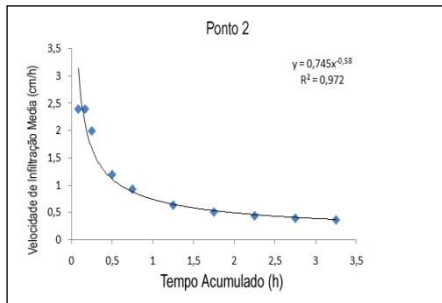


Figura 3 – Velocidade de infiltração no ponto 4

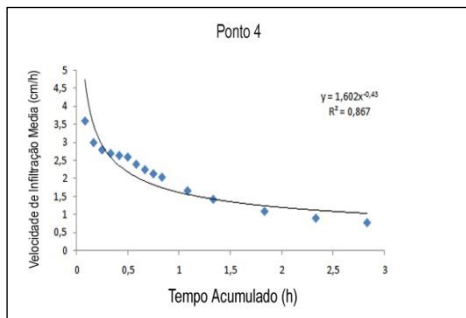


Figura 4 – Velocidade de infiltração no ponto 5

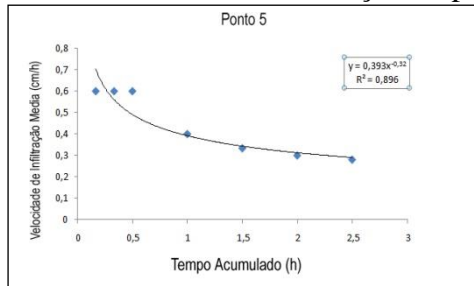


Figura 5 – Velocidade de infiltração no ponto 6

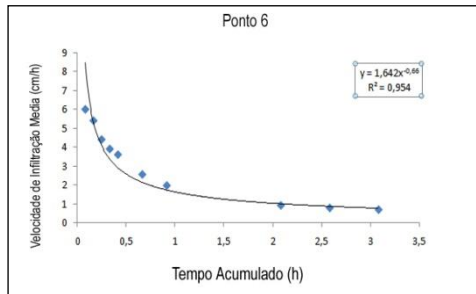
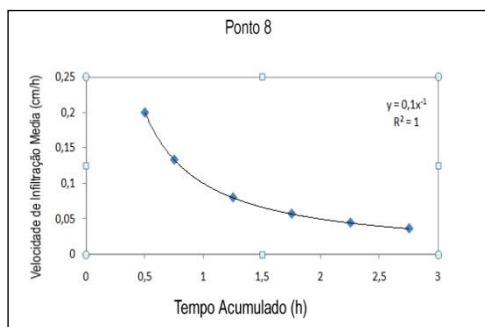


Figura 6 – Velocidade de infiltração no ponto 8



Em se tratando do solo das margens de igarapés urbanos, estes são afetados diretamente pela antropização, o homem ao quebrar a harmonia naturalmente existente com suas práticas, provoca erosão. Este fenômeno, segundo Pruski (2006), consiste no processo de desprendimento, arraste e deposição de partículas de solo. O desprendimento das partículas do solo é ocasionada pelo cisalhamento devido ao aumento das forças externas (gotas de chuva e escoamento superficial) sobre as forças internas do solo, esse desprendimento facilita o transporte dessas partículas menores de solo. O transporte ocorre com a movimentação dessas partículas de solo de um ponto A para um ponto B, mais uma vez provocados pelo escoamento superficial ou pelas gotas de chuva, culminando com a deposição dessas partículas que passaram pelas duas ações anteriores e finda por se depositar em um ponto, isso ocorre devido a diminuição da força do escoamento superficial, Pruski (2006).

Observou-se que a área de preservação permanente do Igarapé dos Tanques nos trechos analisados possuem baixa capacidade de infiltração, e a velocidade de infiltração média

também caracterizou-se como lenta, esse fato está relacionado com a degradação dos solos das margens do Igarapé, em grande parte o seu curso encontra-se canalizado, os pontos onde o seu curso d'água ainda está visível há grande quantidade de acúmulo de lixo, esgoto e entulho, consequências da ocupação desordenada, sendo que, o incremento desse material nas margens do Igarapé contribui para diminuir a infiltração da água no solo, aumentando o escoamento superficial e a vazão do Igarapé em períodos de intensa precipitação.

Nesse sentido, faz-se necessário políticas públicas mais efetivas que minimizem os danos causados à sub-bacia do Igarapé dos Tanques, com equipes multidisciplinares. Considerando que a área da sub-bacia em questão é de uma área consolidada, os projetos para o local necessitam englobar a população residente do entrono do Igarapé, criação da rede de coleta e tratamento de esgoto neste trecho, acabando com o descarte desses resíduos nas águas do Igarapé, divulgação dos problemas para a população que vive na área deste Igarapé, realocando os que se encontram em áreas de risco, conscientizando os mesmos sobre as consequências das ocupações neste tipo de área, e ressaltando a importância das ações de fiscalização e monitoramento dessas regiões (Áreas de Preservação Permanente Urbana) para inibir novas ocupações ilegais.

Conclusões

Os resultados obtidos mostram a baixa infiltração no solo das margens do Igarapé dos Tanques, margens estas que em sua maioria encontram-se aterradas e com pouca vegetação. Seu

curso d'água atualmente está assoreado, canalizado, aterrado, e suas vertentes concretadas em algumas partes.

O Igarapé dos Tanques precisa de uma intervenção imediata, de maneira benéfica, bem diferente das intervenções que converteram o presente Igarapé num corredor de esgoto a céu aberto, que corta a cidade de Porto Velho e deságua no Rio Madeira.

Os responsáveis pela gestão urbana necessitam de conhecimento de todas as variáveis que tendem a perturbar o equilíbrio ambiental, pois este interfere diretamente no social. Assim, este trabalho oferece informações sobre uma das variáveis das tantas que necessitam ser analisadas para a recuperação do Igarapé dos Tanques.

Agradecimentos

IN MEMORIAN – Marília Locatelli. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, pelo empréstimo e informações sobre o uso do infiltrômetro de anéis. SEMA - Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Pelo apoio institucional.

Referências

BRASIL. Código Florestal. *Lei 12.651, de 25 de maio de 2012*. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 29 de ago. de 2018.

COELHO, M. C. N. Impactos Ambientais em Áreas Urbanas - Teorias, Conceitos e Métodos de Pesquisa. In. *Impactos Ambientais Urbanos no Brasil*. Rio de Janeiro, RJ. Bertrand Brasil, 2010. Cap. 1, p. 19 - 45.

CPRM – *Avaliação Preliminar da Área Periurbana de Porto Velho (APPV) para Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos*. REIS, M. R.; PEREIRA, L.A.C.; REIS, M.F.P. ; SILVA, E.P.S.; MORAIS, P. R.C.. Porto Velho, 1996.

GUERRA, A. J. T. O início do Processo Erosivo. In. *Erosão e Conservação dos Solos Conceitos, Temas e Aplicações*. Rio de Janeiro - RJ. Bertrand Brasil, 2005. Cap. 1, p. 17 - 55.

GUERRA, A. J. T; MARÇAL, M. S. *Geomorfologia Ambiental*. Rio de Janeiro - RJ. Bertrand Brasil, 2006.

PRUSKI, F. F. *Conservação do Solo e Água: Práticas Mecânicas Para o Controle da Erosão Hídrica*. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006.

SALASSIER, B. *Manual de Irrigação*. 6ª Ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 1995.

SEDAM – *Atlas Geoambiental de Rondônia*. FERNANDES, L.C.; GUIMARÃES, S.C.P.G.. Porto Velho, 2001.

SILVA, M. J. G; SARAIVA, F. A. M; ARAÚJO, M. L. P. *Aspectos Climáticos de Porto Velho - Rondônia*. In: XIII Congresso Brasileiro de Metrologia. Fortaleza, 2004.

TUCCI, C. E. M. *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. Porto Alegre - RS. Editora da UFRGS ABRH, 2009.

TRATAMENTO TERCIÁRIO DE EFLUENTE FRIGORÍFICO POR DIFERENTES PROCESSOS OXIDATIVOS

Yves Dias BRITO
Alberto Dresch WEBLER
Aricson Garcia LOPES
Avilyn Barbara Garcia LOPES
Nicolý Dal Santo SVIERZOSKI
Pedro Bizerra MOURA

Introdução

O crescimento industrial das últimas décadas tem sido um dos importantes fatores que agravam a escassez quantitativa e qualitativa de água, visto que este setor geralmente possui grande demanda hídrica em seus processos produtivos e conseqüentemente produzem expressivo volume de efluente dotado de contaminantes que podem prejudicar o meio ambiente, se não tratado corretamente. Dessa forma, há uma necessidade de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias que auxiliem na atenuação dos danos ao ecossistema e também que permitam a reutilização da água, visando diminuir a retirada deste recurso em grandes escalas.

Relacionado às características qualitativas da água, estas são degradadas após o uso, sendo ele doméstico ou industrial. O Relatório Mundial das Nações Unidas Sobre Desenvolvimento

dos Recursos Hídricos da *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* - UNESCO (2017) mostrou que, na América Latina e Caribe, o crescimento populacional e consequentemente a expansão dos serviços de abastecimento e saneamento são os principais causadores do aumento da geração de águas residuais. Porém, o crescimento populacional acarreta uma maior demanda de produtos, alimentos e bens de consumo, diretamente responsável pelo consumo de água e descarte de efluentes pela indústria.

Uma forma de atenuar a degradação da qualidade dos corpos receptores de efluentes está na melhoria da eficiência do tratamento dos efluentes a serem despejados. Tal ação favoreceria a reutilização da água para fins menos nobres, no próprio processo produtivo, como insumo ou para limpeza de instalações, o que reduziria a escassez hídrica. Este tipo de alternativa torna-se interessante à medida que viabiliza economia de insumos para a indústria.

A coloração representa uma das problemáticas do descarte de efluentes, Castilhos (2015) aponta que, além de prejuízos estéticos, a cor pode prejudicar a atividade fotossintética e consequentemente aumentar a matéria orgânica no corpo hídrico, o que diminui a concentração de oxigênio dissolvido no meio. Outro prejuízo ao corpo receptor, causado pelo aporte de nutrientes, é o desenvolvimento de bactérias e algas em excesso, que pode acelerar o processo de eutrofização (Dezzoti, 2008).

O problema da coloração não está presente apenas nas atividades que utilizam corantes, pois o efluente pode adquirir coloração naturalmente de acordo com sua idade, sendo que efluentes mais antigos tendem a ficar mais escuros. Dessa forma,

outras atividades industriais também apresentam essas características, como o efluente frigorífico que é rico em nitrogênio e contém altos valores de Demanda Química de Oxigênio (DQO), coloração forte e cheiro desagradável pela presença de sangue e fezes (Pacheco, 2006).

Nos casos onde estes efluentes apresentam concentrações de poluentes orgânicos, como matéria orgânica recalcitrante e a cor, que são de difícil degradação pelas tecnologias de tratamento biológico ou convencionais, faz-se necessário o emprego de processos alternativos de degradação ou remoção (Cunha et al., 2014), como os Processos Oxidativos Avançados (POA). Estes processos são baseados na produção de radicais hidroxilas, através de processos homogêneos e heterogêneos, com presença ou não de radiação. A eficiência desses processos está ligada ao potencial oxidante desses radicais livres que é maior que o dos outros oxidantes comumente usados, como o cloro, hipoclorito e ozônio, sendo que apenas o flúor apresenta maior capacidade de oxidação (MARCELINO et al., 2013).

Visto isso, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência de diferentes processos oxidativos (UV-C, H₂O₂, UVC/H₂O₂ e O₃), obtendo suas vantagens e desvantagens para o tratamento de efluentes provenientes de frigorífico por meio da verificação do potencial poluidor e análise de remoção de matéria orgânica (DQO), nutrientes e cor do efluente. Desta forma, comparar a eficiência dos métodos para remoção dos contaminantes, gasto energético e, juntamente avaliar a adequação dos produtos de cada tratamento à legislação vigente.

Material e Métodos

Todas as análises e procedimentos (Quadro 1) empregados para realização desse estudo foram realizados nos Laboratórios de Saneamento (SANEAM), Limnologia e Microbiologia Ambiental e Hidrogeoquímica do Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Rondônia – UNIR, *Campus* de Ji-Paraná.

O efluente proveniente do frigorífico foi coletado após passar por tratamento biológico (anóxico-aeróbio com retorno de lodo) e, posteriormente, armazenado em freezer até o tratamento pelos processos físico-químicos.

Quadro1: Metodologias empregadas nos processos analíticos.

VARIÁVEIS	METODOLOGIA	REFERÊNCIA
Ph	Método do potenciômetro (Modelo do equipamento HANNA 3512)	-
Temperatura	Aparelho medidor (HANNA 3512)	
Turbidez	Turbidímetro (HACH 2100P)	-
Nitrito	Método da Sufanilamida e N-naftil	(APHA, 1995)
Nitrato	Método da Brucina	(APHA, 2005)
Amônia	Nesslerização	(APHA, 2005)
DQO	Método colorimétrico	(APHA, 2005)
Cor	Método espectrofotométrico	(APHA, 2005)
	DFZ	(KAMMRADT, 2004)
Peróxido de Hidrogênio	Método do metavanadato	(NOGUEIRA et al., 2005)

Ensaio de Tratabilidade

Os ensaios de tratabilidade foram feitos em escala laboratorial de forma que pudessem ser retiradas alíquotas do tratamento, nos intervalos de tempo definidos de: 0, 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90 e 120 minutos. Esses tempos foram adotados para os ensaios de UV-C, H₂O₂ e UV-C/H₂O₂. Para os ensaios de ozonização, os intervalos de tempo foram: 0, 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, devido à rápida remoção de cor. As amostras retiradas seguiram para a caracterização quanto a pH, temperatura, turbidez e concentrações de Nítrito, Nitrato, Amônia, DQO, Cor, Peróxido de Hidrogênio (para os ensaios que o utilizaram).

Após os tratamentos foram calculados os gastos energéticos de cada aparelho utilizado, e para tanto, utilizou-se a potência informada pelo fabricante. Assim, foram feitas as análises da energia necessária para alcançar a remoção da cor atingida pelo processo. A equação 1 apresenta o cálculo da potência requerida.

$$P_r = P_a \cdot V^{-1} \cdot T^{-1} \text{ (Equação 1)}$$

Onde:

P_r: Potência requerida em Watts;

P_a: Potência do aparelho em Watts;

V: Volume de efluente utilizado em litros;

T: Tempo de reação em horas.

UV-C, H₂O₂ e UV-C/H₂O₂

Os ensaios que utilizaram UV-C foram realizados a partir da radiação emanada de uma lâmpada de 60W (AquaUV- Cristal,

Clean Jump). Para manter todo o volume de efluente exposto à mesma intensidade de radiação, este foi circulado com auxílio de uma bomba peristáltica com vazão de $6,12 \text{ L.h}^{-1}$ ($0,0017 \text{ L.s}^{-1}$), passando pequenos volumes de efluente pela zona de liberação de radiação.

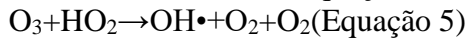
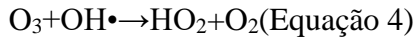
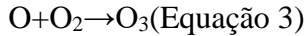
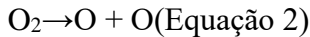
Para o tratamento com UV-C e a adição de peróxido de hidrogênio (H_2O_2), adicionou-se uma solução de H_2O_2 com concentração de 595 g.L^{-1} de modo que a concentração de 200ppm fosse obtida no efluente, este sistema foi mantido em constante circulação. Em todos os processos, utilizando radiação, foi necessário haver o cuidado de manter o reservatório com o efluente em uma altura piezométrica acima da fonte de UV-C.

Ozônio (O_3)

Para este ensaio foi utilizado gerador de ozônio da marca Vigor modelo A81 com capacidade de geração, conforme o fabricante, de 200mg.h^{-1} com ar atmosférico. Ademais, foi realizada a verificação da produção em laboratório, medida através do borbulhamento direto de ozônio em uma solução de iodeto de potássio (KI) 2% por 2 minutos (APHA, 2005).

O ozônio pode agir de três formas no tratamento de efluentes de acordo com seu pH (Souza, 2016). Desta forma, o pH da amostra foi ajustado para valores ácido (pH=3), neutro (pH=7) e básico (pH=10) com adição de soluções de Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) (acidificar) e Hidróxido de Sódio (NaOH) (alcalinizar). Após a correção dos valores de pH, as amostras foram submetidas ao teste de ozonização, o qual é formado pelo equipamento

utilizado por descarga elétrica de efeito corona (Rosado, 2014). A produção de O₃ (equações 2 e 3) e radicais hidroxila (equações 4 e 5) pelo efeito corona, está representada a seguir.



Viabilidade do Reuso e Descarte

Os parâmetros analisados neste estudo permitem avaliar a possibilidade de reutilização da água pós-tratamentos de acordo com as classes previstas na CONAMA 357/2005 ou seu possível descarte de acordo com a CONAMA 430/2011.

Eficiência Energética dos Tratamentos

Esse tópico objetivou comparar a eficiência dos métodos utilizados para depurar o efluente, no entanto, é verificada a potência energética requerida para manter funcionando cada metodologia de tratamento. A importância de se fazer essa verificação consiste no fato de que os processos avançados de oxidação podem apresentar elevado custo, devido à necessidade de implantação de instalações de grande porte nas redes de tratamento de água e ao enorme gasto de energia demandado pela maior parte dos procedimentos (GOUVÊA, 2013). Assim, essa

análise buscou apontar o tratamento que requer a menor potência, resultando em menores custos.

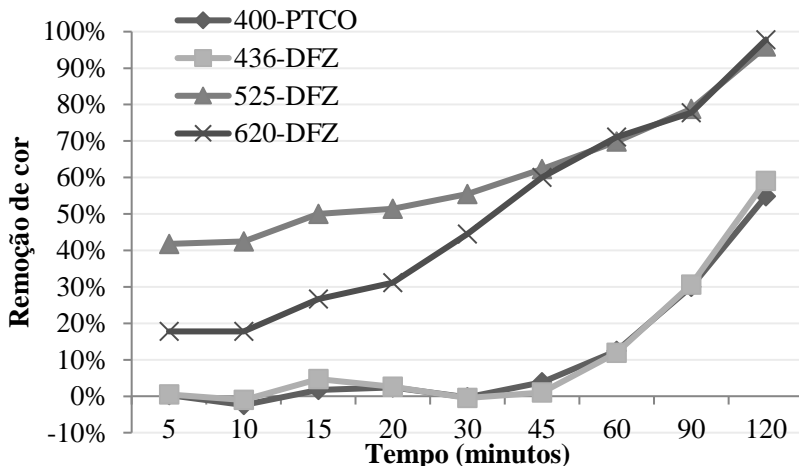
Resultados e Discussão

A melhora qualitativa do efluente após cada tratamento foi verificada ao determinar as variáveis: cor, DQO e nitrogênio nas formas de amônia, nitrito e nitrato. Também foi aferido qual tratamento obteve o efluente de melhor qualidade, sendo observada a eficiência ao utilizar radiação UV-C, H₂O₂ e UV-C/H₂O₂.

Remoção de cor por UV-C

O tratamento com UV-C proporcionou uma atenuação dos valores iniciais de cor, uma eficiência que atingiu o patamar de 97% (Figura 1). Ressalta-se, que as melhores eficiências foram observadas para os comprimentos de onda 525 e 620 nm remoção esta de 95,9% e 97,8%, respectivamente. De forma diferente, a cor nos comprimentos de onda de 436 e 400 nm foi pouco removida, cerca de 60%.

Figura 1 - Comportamento da cor do efluente de frigorífico após aplicação do tratamento por UV-C



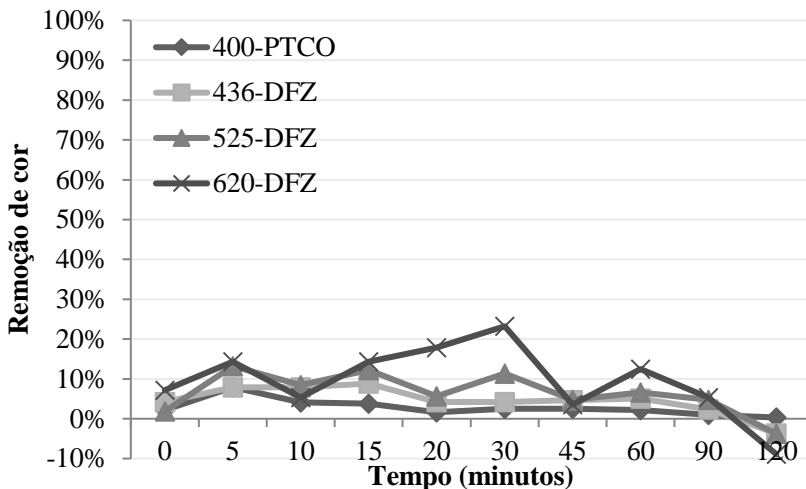
Em média, este processo atenuou 76,9% da cor em todos os comprimentos de onda avaliados. Vasconcelos e Gomes (2009) trazem que, a radiação direta sem formação de hidroxilas é uma reação capaz de destruir poluentes, porém, geralmente possui uma eficiência mais baixa.

Remoção de cor por H_2O_2

O teste com a utilização do reagente peróxido de hidrogênio (H_2O_2), demonstrou-se ineficiente para remoção de cor, com uma atenuação inferior a 25%, valor este sendo o pico de remoção em

apenas um comprimento de onda. No geral, a sua remoção não ultrapassou 20% (Figura 2).

Figura 2: Comportamento da cor do efluente de frigorífico após aplicação do tratamento por H₂O₂



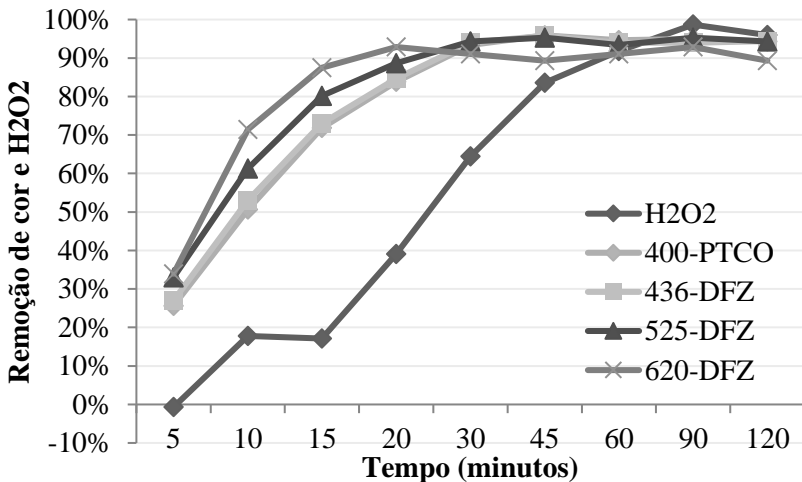
O processo de utilização de H₂O₂ apresenta potencial de oxidação relativamente baixo ($E^0 = 1,78\text{v}$) em comparação ao radical hidroxila OH• ($E^0 = 2,80\text{v}$), formado pelos POA's e, desta forma, não participa da oxidação direta da matéria orgânica (ALBUQUERQUE, 2017). Outro fator que possivelmente está ligado à baixa eficiência, é o consumo do reagente que ocorre lentamente sem a presença de um fotocatalisador, pois ao final dos 120 minutos de reação havia sido consumido 38,9% de H₂O₂ da concentração inicial.

Remoção de cor por UV-C/H₂O₂

Um terceiro processo de tratamento para remoção de cor foi testado e consistiu na utilização combinada de UV-C/H₂O₂, a junção dos processos analisados anteriormente. A remoção de cor dessa metodologia foi de 93,1% (Figura 3), superior a remoção dessa variável no processo de depuração com apenas UV-C.

Apesar de menor eficiência que o primeiro método, a utilização de UV-C conjugado com H₂O₂ proporcionou um menor tempo de reação, pois aos 15 minutos a remoção foi acima de 80%, mesma eficiência verificada aos 90 minutos ao se utilizar apenas UV-C, sendo seis vezes menor que o tempo anterior.

Figura 3: Comportamento da cor do efluente de frigorífico e da redução de reagente H₂O₂ após a aplicação do tratamento UV-C/H₂O₂.



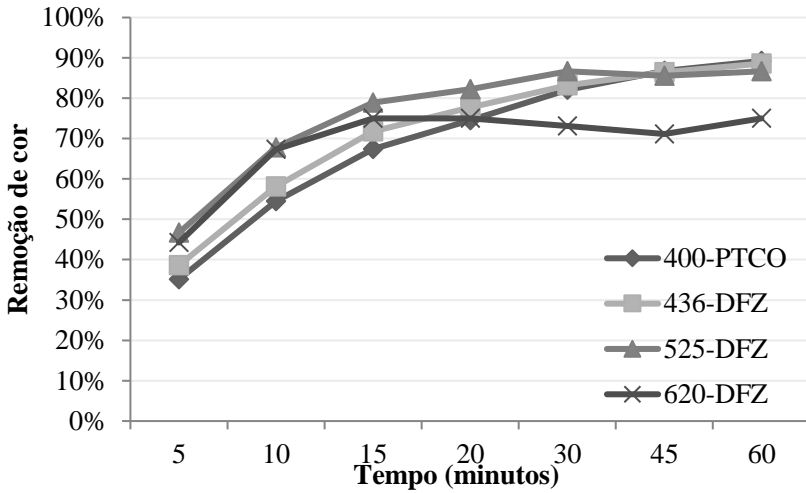
Rosa (2014) em estudo similar, obteve uma remoção de 57,97% em 60 minutos de reação. Após 20 minutos houve uma estagnação da remoção, devido ao alto consumo de H_2O_2 (Consumo de 95,9%).

Remoção de cor por O_3

A aferição da produção de ozônio pelo reator apontou uma taxa de $98 \text{ mgO}_3 \cdot \text{h}^{-1}$. Diferentemente dos ensaios anteriores, o tempo total do tratamento com ozônio teve duração de 60 minutos, pois após esse tempo não se observou diminuição sensível nos valores de cor.

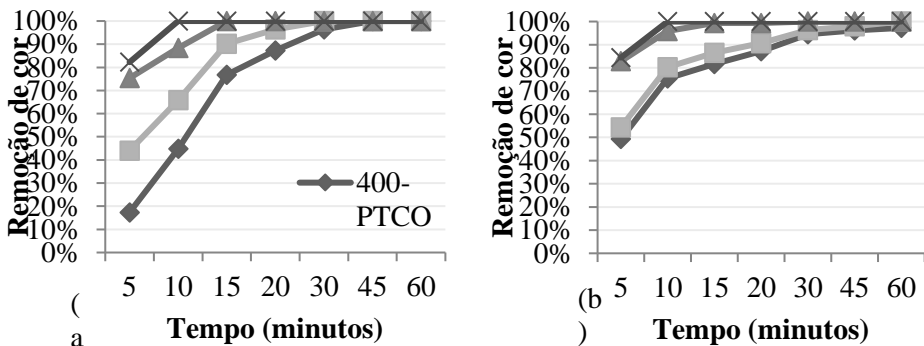
Os ensaios com ozônio apresentaram as maiores taxas de remoção de cor quando comparado aos outros ensaios. Este tratamento removeu aos 5 minutos de reação, pelo menos, 35% da cor inicial em um meio ácido (Figura 4), onde age o ozônio molecular. A máxima eficiência foi de 89,3% aos 60 minutos para o comprimento de 400 nm e ao considerar a máxima eficiência de cada comprimento de onda, obtém a média de remoção de 84,9%.

Figura 4: Comportamento da cor do efluente de frigorífico após o tratamento por O₃ em meio ácido.



Quando há ação do radical hidroxila (OH•), ocorre melhor oxidação dos componentes orgânicos, visto que este tem maior potencial de oxidação que o próprio ozônio molecular ($E^{\circ}=2,07\text{v}$) (CORRÊA, 2016). Assim, foram feitos os ensaios variando-se o meio para verificar a ação dos oxidantes O₃ e OH•, visto que em meio neutro agem ambos e em pH 10 apenas o radical hidroxila (Figura 5).

Figura 5: Comportamento da cor do efluente de frigorífico após a aplicação de O₃, meios neutro (a) e básico (b).



Percebeu-se que em meio neutro foi possível remover 100% de cor, como mostram as leituras efetuadas em todos os comprimentos de onda. Em meio alcalino, a remoção de cor foi inicialmente a melhor, alcançando 67% aos 5 minutos de reação, porém ao final do processo obteve-se uma média de remoção de 99,31%.

Nitrogênio e DQO

O efluente frigorífico apresentou os seguintes teores iniciais, 1,2mgN.L⁻¹ na forma amoniacal, 239,8 mgN.L⁻¹ na forma de nitrato. Nitrito encontrou-se em menores valores que a curva de calibração (<0,5mg.L⁻¹) e a DQO teve valor de 245mg.L⁻¹.

Dentre os tratamentos estudados, apenas a DQO apresentou tendência de decrescimento de sua concentração inicial em todos

os testes estudados, tendo destaque o tratamento com UV-C/H₂O₂ que foi capaz de remover abaixo do limite de detecção do laboratório (<20mg.L⁻¹). Outras variáveis aumentaram em alguns casos o comportamento das variáveis analisadas neste estudo (Tabela 1).

Tabela 1: Comportamento dos nutrientes e carga orgânica em efluente de frigorífico submetido a diferentes tratamentos.

Tratamento	N-Amônia (mg.L⁻¹)	N-Nitrato (%)	N-Nitrito (mg.L⁻¹)	DQO (%)
UV-C	*Aumento u para 3,54	+0,10	*Aumento u para 4,30	-79,10
H₂O₂	*Aumento u para 1,44	+55,10	*0%	-69,60
UV-C/ H₂O₂	*Aumento u para 5	-97,20	*Aumento u para 2,34	-100
O₃ Ácido	*Aumento u para 7,67	+51,28	*0%	-87,01
O₃ Neutro	*Aumento u para 6,47	+43,96	*0%	-85,43
O₃ Alcalino	*Aumento u para 5,05	+9,6	*0%	-50,62

Nota: (*)Não havia inicialmente; (-)Reduziu; (+)Aumentou.

Nota-se que houve um aumento na concentração de nitrogênio amoniacal, de nitratos (exceto no ensaio UV-C/ H₂O₂) e alguns ensaios implicaram no acréscimo dos valores iniciais de nitrito (NO₂⁻). Isso possivelmente é explicado pela presença de outras formas de nitrogênio, dissolvidas no efluente, que não foram avaliadas neste trabalho. Nascimento (2016), explica que estes podem estar presentes também nas formas de nitrogenados orgânicos dissolvidos na forma particulada (biomassa de organismos), que indicam poluição mais recente ou nitrogênio molecular (N₂).

Em relação ao aumento de algumas variáveis qualitativas do efluente, Araújo e Yokoyama (2005) mencionam que o método UV-C/H₂O₂ gera subprodutos, dentre os quais o dióxido de carbono, água, nitrato e cloreto (CO₂, H₂O, NO₃⁻ e Cl⁻ respectivamente) que inicialmente resultam em um aumento desses íons e posteriormente o decréscimo.

Possibilidade para Reuso e Descarte

Para fins de reuso nenhum tratamento conseguiu atingir resultados satisfatórios para os parâmetros analisados (Tabela 2).

Tabela 2: Compatibilidade dos parâmetros analisados nos efluentes de cada tratamento estudado com o exposto na CONAMA 357/2005.tratamentos.

Parâmetro/Tratamento	O ₃								
	Ácido			Neutro			Alcalino		
	Classes								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Turbidez	-	X	x	x	x	x	x	x	X
Cor	-	X	x	-	x	x	-	x	X
NO₂⁻	x	X	x	x	x	x	x	x	X
NO₃⁻	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH	-	-	-	x	x	x	-	-	-
NH₄⁺									

Parâmetro/Tratamento	UV-C			H ₂ O ₂			Uv-C/ H ₂ O ₂		
	Classes								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Turbidez	x	X	x	x	x	x	x	x	X
Cor	-	-	-	-	-	-	-	x	X
NO₂⁻	-	-	-	x	x	x	-	-	-
NO₃⁻	-	-	-	-	-	-	x	x	X
pH	x	X	x	x	x	x	x	x	X
NH₄⁺	x	X	x	x	x	x	-	-	X

O tratamento utilizado em efluente de frigorífico que chegou mais próximo a atingir características que o levassem a ser reutilizado foi o O₃ em meio neutro. Apenas não atingiu concentração ideal de nitrato, com valor de 340mg.L⁻¹.

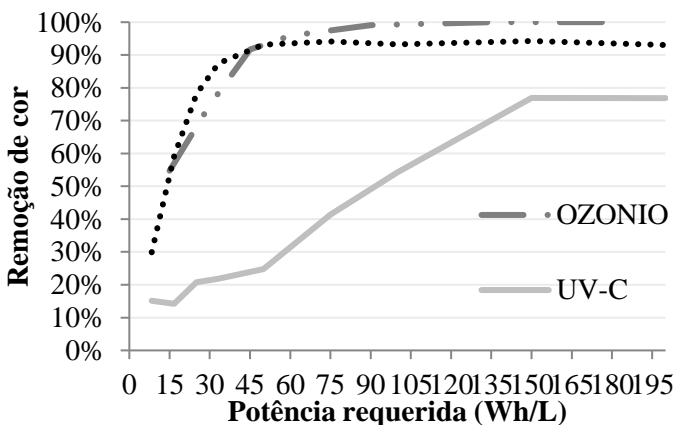
Com relação ao enquadramento na CONAMA 430/2011, todos os tratamentos foram eficazes para as reduções das substâncias, o que permitiria o descarte adequado.

Eficiência Energética dos Tratamentos

Notou-se que a partir do momento em que os tratamentos de ozônio e UV-C/H₂O₂ alcançam remoções de cor acima de 90%, houve o contínuo gasto energético da fonte de radiação sem que houvesse melhoras nos resultados, e o reator de ozônio apresentou constante evolução até a remoção total.

Assim, o ensaio UV-C mostrou que ao utilizar a radiação isolada houve um maior gasto energético, devido ao maior tempo necessário de reação para que houvesse a remoção semelhante ao ensaio UV-C/H₂O₂. A rápida ascensão da linha, correspondente ao ensaio UV-C/H₂O₂ (Figura 6), quando houve maior concentração de reagente, ocorreu aceleração da remoção de cor e quando houve menor concentração de H₂O₂ o processo tendeu a estabilizar.

Figura 6: Gasto energético para remoção de cor nos tratamentos do efluente frigorífico.



O processo UV-C/H₂O₂ removeu menos de 10% da cor, porém nota-se que houve tendência à ascensão, levando a considerar que maiores tempos de ensaio, com maior gasto energético, podem remover melhor a cor.

Em processo semelhante a este, Subtil et al., (2009) utilizaram uma fonte de radiação de 1600 W com um volume útil de 0,67 L e vazões de 360 e 180 L.h⁻¹ e adição de H₂O₂ em proporção mássica ao Carbono Orgânico Total (COT). Neste ensaio, os autores utilizaram 25L de efluente petroquímico por 9,3h e obtiveram remoção de cor e DQO em 10% e 83%, respectivamente, utilizando 469 kWh.m⁻³ e 442 kWh.m⁻³ (Wh.L⁻¹) para vazões de 360 e 180 L.h⁻¹ respectivamente, mostrando remoções semelhantes a este trabalho, principalmente em relação a cor, porém com o dobro de gasto energético.

Considerações Finais

Em todos os ensaios, a ozonização permitiu melhores resultados em pH neutro e alcalino para remoção de cor. Os ensaios possibilitaram a adequação a pelo menos a classe 2 de águas doces em relação à coloração nos ensaios de ozônio e UV-C/H₂O₂, mostrando que o processo combinado otimiza os resultados. Porém, os ensaios com UV-C e UV-C/H₂O₂ não possibilitaram o efluente frigorífico ao enquadramento da legislação em relação a nitrito. O tratamento com UV-C/H₂O₂ possibilitou a remoção de nitrato de forma que se enquadrasse na legislação. Para amônia, o ensaio de O₃ foi o único que não removeu a ponto de qualquer padrão de classificação da

CONAMA 357. Quanto à eficiência energética, o ozônio teve melhores resultados utilizando menor quantidade de energia.

Referências

ALBUQUERQUE, M. V.C. *Avaliação da Degradação da Microcistina-Lr no Tratamento de Água de Abastecimento em Sistema Convencional Seguido por Processo Oxidativo Avançado (POA)*. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER ENVIRONMENT FEDERATION (APHA; AWWA; WEF). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 21^a edição. Washington: APHA-AWWA-WEF, 2005. 1200p.

ARAÚJO, F. V. F.; YOKOYAMA, L. *Remoção de Cor em Soluções de Corantes Reativos por Oxidação com H₂O₂ /UV*. *Química Nova*, Rio de Janeiro, v. 29, n. 1, p.11-14, 2005.

CONAMA. Resolução n° 430 de 13 de maio de 2011. *Dispõe Sobre as Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes, Complementa e Altera a Resolução n° 357, de 17 de março de 2005*, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

CONAMA. Resolução n° 357 de 17 de março de 2005. *Dispõe Sobre a Classificação e Diretrizes Ambientais para o*

Enquadramento dos Corpos de Água Superficiais, bem como Estabelece as Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes.

CORRÊA, N. T. *Cinética de Redução de Cor Icumsa em Caldo de Cana-De-Açúcar por Ozonização em Reator RPA/CSTR para Produção Sulfur-Free de Açúcar Branco.* 2016. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências, Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2016.

CUNHA, R. S.; SILVA, G. P.; LEITE, R. H.L. *Eletrooxidação dos Corantes Reativos Azul Bf-5g e Vermelho Bf-4b Utilizando Eletrodos de Titânio Platinado.* In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 20, 2014, Florianópolis. *Anais.* Florianópolis: Cobeq, 2014.

DEZOTTI, M. *Processos e Técnicas para o Controle Ambiental de Efluentes Líquidos.* PEQ, COPPE, UFRJ, 2008. 360 p. v. 5. (Série Escola Piloto de Engenharia Química).

MARCELINO, R. B. P.; FRADE, P. R.; AMORIM, C. C.; LEÃO, M. M. D. *Tendências e Desafios na Aplicação de Tecnologias Avançadas para o Tratamento de Efluentes Industriais Não Biodegradáveis: Atuação do Grupo de Pesquisas POA Control da UFMG.* Revista UFMG, Belo Horizonte, v. 20, n.2, p. 358-383 jul./dez. 2013.

NASCIMENTO, H. S. C. *Avaliação da Qualidade da Água do Rio Subaé.* 2016. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2016.

NOGUEIRA, R.F.P; OLIVEIRA, M.C.; PATERLINI, W.C. *Simple and fast spectrophotometric determination of H₂O₂ in photo-Fenton reactions using metavanadate*. Atlanta, v. 66, 2005b.

PACHECO, J. W.F. *Guia Técnico Ambiental de Frigoríficos Industrialização de Carnes (Bovina e Suína) - Série P+L*. São Paulo: Cetesb, 2006. 21. ed. 85 p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 28 out. 2017.

ROSA, R. *Impacto Sinérgico da Acidificação dos Oceanos, Aquecimento Global e Expansão de Zonas Hipóxicas na Ecologia Migratória das Lulas Humboldt*. Revista Captar: Ciência e Ambiente para Todos. v. 1, n. 1, p.1-10, 2014.

ROSADO, F. G. L. *Aplicação da Ozonização e de Processos Oxidativos Avançados na Degradação dos Fármacos Paracetamol e Dipirona Presentes em Efluentes Aquosos Simulados*. 2014. 137 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Química, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG. 2014.

SOUZA, F. S. *Degradação de Poluentes Emergentes por Processos Oxidativos Avançados (O₃, O₃/UV, O₃/Fe²⁺, O₃/UV/Fe²⁺) Visando o Tratamento de Efluentes Hospitalares*. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

SUBTIL, E. L.; MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. *Avaliação do Desempenho do Sistema UV/H₂O₂ no Tratamento de Efluentes*

Provenientes do Processo de Tratamento Térmico de Emulsões de Água e Óleo. Ambi-Água, Taubaté, v. 4, n. 3, p. 169-180, 2009.

UNESCO, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. *Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos: Águas Residuais: O Recurso Inexplorado*. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD>>. Acesso em: 25 ago. 2017.

VASCONCELOS, D V.; GOMES, A. *Tratamento de Efluentes de Postos de Combustíveis para o Reúso Usando Processos Oxidativos Avançados*. Cadernos Unifoa. p. 35-46. Dez, 2009.

DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DO FITOPLÂNCTON COMO BASE PARA O MONITORAMENTO AMBIENTAL

Maria José Dellamano-OLIVERIA

Marcos Vinícius NUNES

José Valdecir de LUCCA

Lidiane Cristina da SILVA

Odete ROCHA

Cleber Max Vieira GASQUES

Introdução

Os ambientes aquáticos, naturalmente, estão sujeitos à alta variabilidade temporal, com frequentes reorganizações na composição de suas comunidades biológicas. Estes processos de reorganizações tanto físico-químicos quanto biológicos tendem a se intensificar quando ocorrem mudanças na estrutura física dos sistemas aquáticos, seja na retificação do leito de um rio ou na construção de grandes ou pequenas centrais hidrelétricas, embora haja diferença na magnitude destes processos.

Dentre os processos biológicos que ocorrem em um ecossistema aquático, aqueles associados à assembleia fitoplanctônica são de fundamental importância, uma vez que sua abundância é resultado das interações entre as variáveis físicas, químicas e biológicas (RYNOLDS, 1999). Além do mais, o fitoplâncton constitui a base da cadeia alimentar aquática,

contribuindo com até 87% da produção primária global de um ambiente aquático natural (LIKENS, 1975).

O estudo do fitoplâncton, seja ele qualitativo ou quantitativo, é bastante complexo devido à multiplicidade de fatores que atuam sobre esta comunidade, como luz, pH, nutrientes, competição, temperatura da água e outros. As populações existentes são resultantes de um “filtro múltiplo” definido pelas condições que o ambiente físico oferece e pelas interações entre os diversos organismos, sendo esse processo dinâmico e dependente do fluxo de água, da temperatura e das condições climatológicas que influenciam a hidrologia local. Assim, a dinâmica do fitoplâncton é controlada por uma combinação de vários processos hidrodinâmicos, que atuam em diferentes escalas espacial e temporal e, deste modo, periodicamente, a comunidade fitoplanctônica pode sofrer mudanças qualitativas e quantitativas, dependendo das alterações ambientais do sistema (MARGALEF, 1983).

Além das influências dos fatores físico-químicos, a comunidade fitoplanctônica caracteriza-se pela coexistência de várias populações num mesmo ambiente aquático, apesar de diferirem em suas necessidades fisiológicas e tolerância às variações ambientais (HUTCHINSON, 1961). O conhecimento dos fatores implícitos dessa coexistência, que levam à sucessão sazonal de espécies, é fundamental para o entendimento da dinâmica da comunidade e constituem uma importante fonte de informações sobre as mudanças, naturais e antrópicas, que ocorrem no ambiente aquático (BARBOSA et al., 1999).

As alterações antrópicas podem contribuir para a proliferação das cianobactérias e estas algas em elevadas

concentrações, podem produzir níveis preocupantes de toxinas e outros compostos na água que podem causar riscos à saúde pública e também da biota aquática (YUNES et al., 2005; CYBIS et al., 2006; MÜLLER et al., 2009).

Devido a todos os fatores elencados, em virtude do importante papel desempenhado pela comunidade fitoplanctônica e de sua rápida resposta frente às alterações ambientais, este trabalho objetiva fornecer informações sobre a composição e distribuição da comunidade fitoplanctônica, bem como das cianobactérias, relacionando os dados biológicos com algumas variáveis ambientais, a fim de verificar as condições ambientais das PCHs Cabixi I e Cabixi II.

Métodos e Técnicas

Foram realizadas duas amostragens, em janeiro e julho de 2016, em 8 pontos de amostragem de 2 PCHs: Cabixi I e Cabixi II, localizadas no município de Vilhena (RO) e Comodoro (MT), respectivamente (Tabela 1) sendo 4 pontos a montante e 4 pontos a jusante. A coleta qualitativa foi realizada com rede de arrasto com abertura de malha de 20 micra e amostras quantitativas coletadas diretamente da subsuperfície em frasco escuro e fixadas com lugol acético para posterior identificação, seguindo a técnica de Utermöhl (1958). Em cada ponto de amostragem foram determinadas *in situ* as variáveis limnológicas (condutividade, oxigênio dissolvido, pH e temperatura) por meio de uma sonda multiparâmetro da marca Horiba.

A identificação das taxas foi feita até o nível genérico e, quando possível, até o nível específico. O sistema de classificação utilizado foi o de Hoeket al. (1995) e a identificação das taxas foi

feita utilizando-se as seguintes bibliografias: para a classe Cyanophyceae – Anagnostidis&Komárek (1989) e Komárek&Anagnostidis (1999, 2005) e para as demais classes: Chlorophyceae, Zygnematophyceae, Chrysophyceae, Cryptophyceae, Bacillariophyceae, Dinophyceae e Xanthophyceae – Bicudo& Menezes (2005) e Parra et al. (1982; 1983).

Para a análise quantitativa do fitoplâncton as amostras foram coletadas em um frasco de volume conhecido, preservadas em lugol e mantidas no escuro até o momento da análise. A quantificação foi feita de acordo com o método de sedimentação em câmaras, descrito por Utermöhl (1958) e a contagem dos organismos por meio de campos aleatórios, utilizando-se um microscópio invertido, marca Coleman, modelo NIB 100, com aumento máximo de 1000 vezes. Cada célula, cenóbio, colônia ou filamento foi considerado como um indivíduo e o tempo de sedimentação foi de três horas, no mínimo, para cada centímetro de altura da câmara (WETZEL& LIKENS, 1991). O limite de contagem foi feito por meio da estabilização da curva de espécies, na qual um número suficiente de campos é contado até que se estabilize o número de espécies adicionadas por campo (SANT’ANNA et al., 2006). Os resultados para o fitoplâncton foram expressos em organismos por mililitro (org.mL^{-1}) e de cianobactérias em células por mililitro (cel.mL^{-1}), ambos calculados de acordo com Apha (2017).

Para a comparação da diversidade de espécies entre os pontos amostrados foram calculados: riqueza taxonômica e índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H') (Shannon& Weaver, 1949). Para verificar possíveis correspondências entre os parâmetros ambientais e a densidade dos grupos da comunidade

fitoplanctônica foi realizada a análise de correspondência canônica (CCA), através do programa CANOCO 3.12 (TER BRAAK&SMILAUER, 2002).

Tabela 1:Localização das estações de coleta amostradas nas PCHs Cabixi I e Cabixi II.

Pontos	Cabixi I		Cabixi II	
	Coordenadas		Coordenadas	
	Latitude (° ' "S)	Longitude (° ' "O)	Latitude (° ' "S)	Longitude (° ' "O)
MON1	12 57 460	60 07 064	13 01 230	60 06 650
MON2	11 44 108	61 46 785	13 01 251	60 06 683
MON3	12 57 457	60 07 066	13 01 188	60 06 680
MON4	12 57 754	60 00 774	13 01 099	60 06 637
JUS1	12 57 303	60 06 982	13 01 212	60 08 072
JUS2	12 57 778	60 08 822	13 01 216	60 08 112
JUS3	12 57 303	60 06 988	13 01 215	60 08 143
JUS4	12 57 845	60 08 941	13 01 208	60 08 167

Resultados e Discussão

A análise das amostras qualitativas do fitoplâncton referente às duas campanhas realizadas, janeiro e julho de 2016, na PCH Cabixi I totalizou 113 táxons, distribuídos em sete classes: Cyanophyceae, Chlorophyceae, Zygnematophyceae, Euglenophyceae, Bacillariophyceae, Chrysophyceae e Dinophyceae. As mais representativas foram as classes Zygnematophyceae (48%) e Cyanophyceae (20%), Bacillariophyceae (14%) e Chlorophyceae (11%) (Figura 1). Já na PCH Cabixi II foram registrados 150 táxons, distribuídos em nove classes: Cyanophyceae, Chlorophyceae, Zygnematophyceae, Chladophorophyceae, Euglenophyceae,

Bacillariophyceae, Chrysophyceae, Dinophyceae e Cryptophyceae. As classes mais representativas foram Zygnematophyceae (50%) e Cyanophyceae (20%) (Figura 2). Em ambas as campanhas e nas duas PCH's, os pontos localizados a jusante foram os que, em geral, registraram o maior número de algas, representadas pelas cianobactérias e desmídias. As características desses ambientes: rasos, com cobertura vegetal e entorno ocupado pela vegetação, provavelmente favoreceram o registro das algas planctônicas, como a maioria das cianobactérias e metafíticas, como as desmídias.

Figura 1: Porcentagem de ocorrência das classes de algas registradas durante as amostragens de janeiro e julho de 2016 nos pontos localizados na PCH Cabixi I (A) e PCH Cabixi II (B).

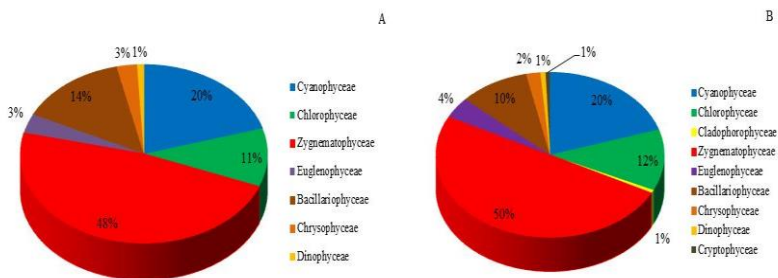
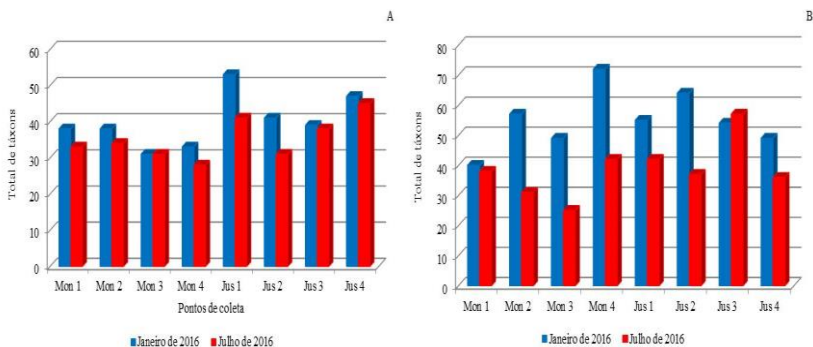


Figura 2: Número total de táxons registrados na análise qualitativa do fitoplâncton durante as amostragens de janeiro e julho de 2016 nos pontos localizados na PCH Cabixi I (A) e PCH Cabixi II (B).



Nas PCHs Cabixi I e Cabixi II os valores dos índices de diversidade e equitabilidade, respectivamente, foram semelhantes entre as duas campanhas realizadas e variaram, em média, de 1,99 bits.ind⁻¹ e 0,79 na amostragem de janeiro de 2016 a 1,83 bits.ind⁻¹ e 0,74 na amostragem de julho de 2016, na Cabixi I (Figura 3) e de 2,03 bits.ind⁻¹ e 0,78 na amostragem de janeiro de 2016 e de 2,06 bits.ind⁻¹ e 0,82 na amostragem de julho de 2016, na Cabixi II. (Figura 4).

Figura 3: Valores dos índices de Diversidade de Shannon-Wiener e equitabilidade registrados na PCH Cabixi I durante a amostragem de janeiro de 2016 e julho de 2016.

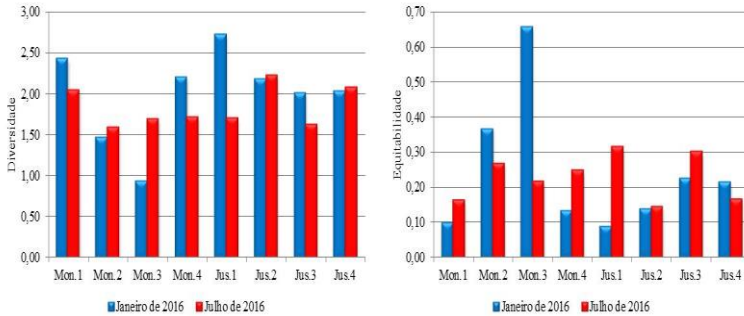
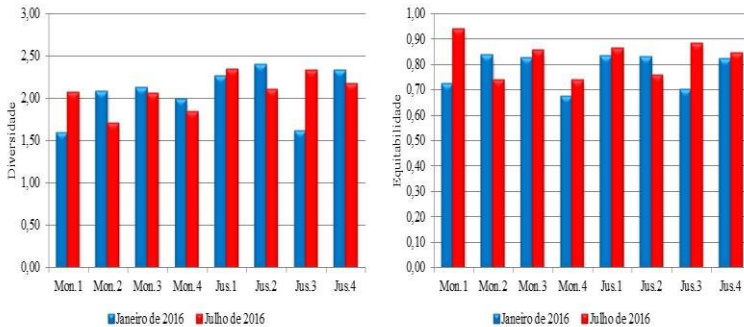


Figura 4: Valores dos índices de Diversidade de Shannon-Wiener e equitabilidade registrados na PCH Cabixi II durante a amostragem de janeiro de 2016 e julho de 2016.



Os resultados obtidos para a análise de correspondência canônica (CCA) entre a densidade das classes de algas e as variáveis ambientais nos pontos amostrados na PCH Cabixi I em janeiro e julho de 2016 são apresentados nas Figuras 5 A e B. Em janeiro (Figura 5 A), a porcentagem total explicada pelos dois primeiros componentes nessa análise foi de 91,8% e as variáveis significativas, ou seja, aquelas que mais influenciaram na estrutura do fitoplâncton foram o oxigênio e a condutividade elétrica.

As classes Cyanophyceae Cryptophyceae e Zygnematomphyceae correlacionaram-se com a condutividade elétrica, enquanto a classe Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Euglenophyceae e Chrysophyceae com as variáveis oxigênio dissolvido e temperatura e a classe Dinophyceae apresentou correlação com pH. Em julho (figura 5 B), a porcentagem total explicada pelos dois primeiros componentes nessa análise foi de 74,2%. Nenhuma variável foi considerada significativa em relação à distribuição das classes de algas. Entretanto, observa-se a correlação das classes Bacillariophyceae, Chrysophyceae e Zygnematomphyceae com as variáveis oxigênio dissolvido e temperatura e da classe Cryptophyceae com a condutividade elétrica e pH.

Nas Figuras 6 A e B, são apresentados os resultados da análise de correspondência canônica (CCA) entre a densidade das classes de algas e as variáveis ambientais nos pontos amostrados na PCH Cabixi II em janeiro e julho de 2016, respectivamente. Em janeiro (Figura 6 A), a porcentagem total explicada pelos dois primeiros componentes nessa análise foi de 98,1% e a variável temperatura foi considerada significativa. As classes Chrysophyceae e Cryptophyceae correlacionaram-se com a temperatura, enquanto as classes Dinophyceae e Cyanophyceae com o pH e a condutividade, e as classes Chlorophyceae e

Zygnematophyceae com o oxigênio dissolvido. Em julho de 2016 (figura 6 B), a porcentagem total explicada pelos dois primeiros componentes nessa análise foi de 92,1% e novamente a variável temperatura foi considerada significativa. As classes Chlorophyceae e Zygnematophyceae correlacionaram-se com o pH e com a condutividade elétrica, enquanto as classes Cryptophyceae, Euglenophyceae e Chrysophyceae com a temperatura.

Figura 5: Diagrama de ordenação da CCA entre as densidades das classes de algas fitoplanctônicas e as variáveis ambientais nos pontos de coleta da PCH Cabixi I em janeiro (A) e julho (B) de 2016.

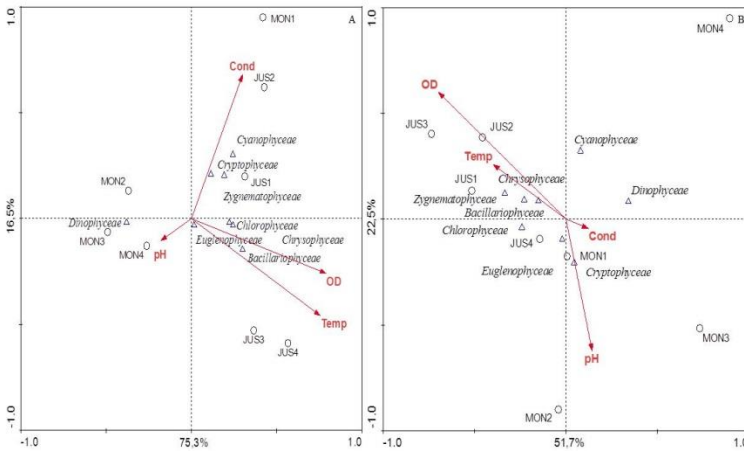
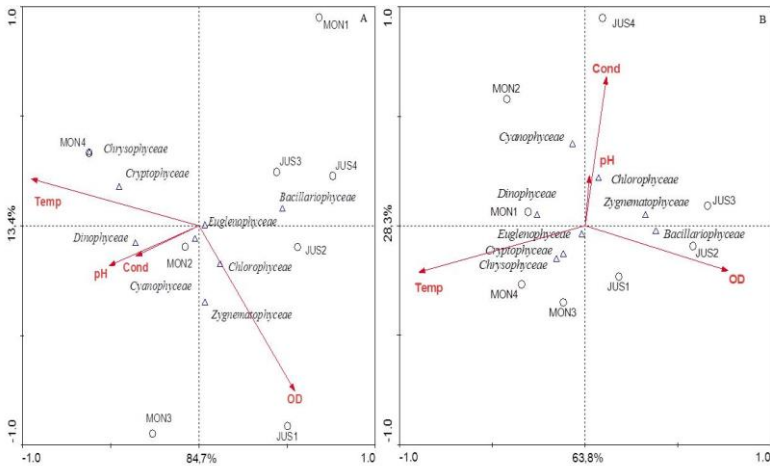


Figura 6: Diagrama de ordenação da CCA entre as densidades das classes de algas fitoplanctônicas e as variáveis ambientais nos pontos de coleta da PCH Cabixi II em janeiro (A) e julho (B) de 2016.



Nas Tabelas 3a, 3b, 4a e 4b, são apresentados os valores de densidade total de cianobactérias nas PCHs Cabixi I e Cabixi II em janeiro e julho de 2016, respectivamente. De maneira geral, os valores registrados foram baixos em ambas as campanhas: 470 cel.mL⁻¹ registradas em janeiro e 518 cel.mL⁻¹ em julho na PCH Cabixi I e de 1881 cel.mL⁻¹ registradas em janeiro e 783 cel.mL⁻¹ em julho de 2016 na PCH Cabixi II.

As cianobactérias são particularmente importantes em virtude dos problemas que podem causar nos ecossistemas aquáticos, tanto do ponto de vista ecológico como sanitário, pois são algas produtoras de toxinas (cianotoxinas) quando em

elevadas densidades ($>20.000 \text{ céL.mL}^{-1}$) (SANT'ANNA et al., 2006). A presença de algumas espécies em altas densidades pode comprometer a qualidade das águas, causando restrições ao seu tratamento e distribuição. Entretanto, não foram registradas densidades elevadas desta classe, que pudessem caracterizar uma floração e, conseqüentemente, o comprometimento da qualidade do ambiente tanto para o consumo humano quanto para a biota aquática.

Tabela 3a: Densidade (cel.mL^{-1}) de cianobactérias registrada durante a amostragem de janeiro de 2016 nos pontos localizados na PCH Cabixi I.

Janeiro de 2016								
Táxons	Mon1	Mon2	Mon3	Mon4	Jus 1	Jus 2	Jus 3	Jus 4
<i>Chroococcus</i> sp.	7							
<i>Limnothrix</i> sp.					29			
<i>Phormidium</i> sp.					53			
<i>Planktothrix</i> sp.						39		
<i>Pseudanabaena</i> sp.1	109	60	48		37	11	51	25
TOTAL	116	60	48	0	119	50	51	25

Tabela 3b: Densidade (cel.mL⁻¹) de cianobactérias registrada durante a amostragem de julho de 2016 nos pontos localizados na PCH Cabixi I.

Julho de 2016								
Táxons	Mon 1	Mon 2	Mon 3	Mon 4	Jus 1	Jus 2	Jus 3	Jus 4
<i>Aphanocapsadelicatissima</i>				56				
<i>Merismopediatenuissima</i>								19
<i>Pseudanabaenasp.1</i>		9	83	72		42	37	
<i>Pseudanabaenasp.2</i>	53				39		81	
<i>Raphidiopsissp.</i>				26				
TOTAL	53	9	83	154	39	42	118	19

Tabela 4a: Densidade (cel.mL⁻¹) de cianobactérias registrada durante a amostragem de janeiro de 2016 nos pontos localizados na PCH Cabixi II.

Janeiro de 2016								
Táxons	Mon1	Mon2	Mon3	Mon4	Jus 1	Jus 2	Jus 3	Jus 4
<i>Aphanocapsaelachista</i>								36
<i>Aphanothecesp.</i>				14				
<i>Dolichospermumsp.</i>	275		136	60	21	63		32
<i>Merismopediatenuissima</i>		82		124	26	53		
<i>Pseudanabaenasp.1</i>		131	278	174	62	108	51	119
<i>Pseudanabaenasp.2</i>				37				
Total	275	213	414	409	109	224	51	187

Tabela 4b: Densidade (cel.mL^{-1}) de cianobactérias registrada durante a amostragem de julho de 2016 nos pontos localizados na PCH Cabixi II.

Táxons	Julho de 2016							
	Mon1	Mon2	Mon3	Mon4	Jus 1	Jus 2	Jus 3	Jus 4
<i>Aphanothece</i> sp.				19				
<i>Chroococcus</i> minimus		14		14				28
<i>Coelomor</i> onsp.			144					
<i>Merismopediatenuissima</i>		37	37	37			101	58
<i>Pseudanabaen</i> sp.1	65	9	21		30	135		35
<i>Pseudanabaen</i> sp.2								
Total	65	60	202	70	30	135	101	121

Considerações finais

O inventário taxonômico da comunidade fitoplanctônica registrado em ambas as amostragens – janeiro e julho de 2016 e em ambas as PCHs - Cabixi I e Cabixi II evidenciaram uma comunidade rica e diversificada com composição típica de sistemas aquáticos tropicais e composta principalmente pelas desmídias, algas metafíticas e indicadoras de ambientes oligotróficos. Além disso, os baixos valores de densidade de cianobactérias registrados nas PCHs Cabixi I e II indicaram que esses ambientes ainda estão bem preservados e favoráveis ao desenvolvimento e manutenção da vida aquática.

Referências

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. APHA: *Standard Methods for the Examination of water and wastewater*. 23thedn. Washington: American Water Works Association, 2017.1496p.

ANAGNOSTIDIS, K.; KOMÁREK, J. Modern approach to the classification system of cyanophytes, 4 - Nostocales. *ArchivfürHydrobiologie*, 1989.80: pp. 237-472.

BARBOSA, F. A. R., PADISÁK, J., ESPÍNDOLA, E. L. G., BORICS, G.; ROCHA, O. *The cascading reservoir continuum concept (CRCC) and its application to the river Tietê-basin, São Paulo State, Brazil*. In: TUNDISI, J. G.; STRASKRABA, M. (eds.). *Theoretical Reservoir Ecology and its applications*, 1999.pp. 425-437.

HOEK, V. D.; MANN, C. D. G.; JAHNS, M. M. *Algae: an introduction to phycology*. Cambridge: University Press, 1995.613p.

HUTCHINSON, G. E. The paradox of plankton. *American Naturalist*.1961. 107: pp. 406-425.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. *Cyanoprokaryota, 1: Chroococcales*. In *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. (H. Ettl, G. Gardner, H. Heynig& D. Mollenheuer, eds.). Gustav Fischer, Jena, 1999. 19/1. 548p.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. *Cyanoprokaryota 2: Oscillatoriales*. In *Süßwasserflora von Mitteleuropa* (B Büdel, L

Krienitz, G Gärtner, M Schagerl, eds.). Elsevier SpektrumAkademischerVerlag, München, 2005. 19/2. 759p.

LIKENS, G. E. Primary production of inland aquatic ecosystem. In: LIETH, H.; WHITTAKER, R. H. (eds.) *Primary productivity of the biosphere*. New York: Springer Verlag, 1975. pp. 185-202.

MARGALEF, R. *Limnologia*. Barcelona, EdicionesOmega, S. A., 1983. 1010p.

MÜLLER, C. C.; RHAYA-RODRIGUES, M. T.; CYBIS, L. F. *Adsorção em carvão ativado em pó para remoção de microcistina em água de abastecimento público*. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2009.v.14, n. 1, p. 29-38.

PARRA, O. O.; GONZALES, M.; DELLAROSSA, V.; RIVERA, P.; ORELLANA, M. *Manual Taxonômico del fitoplancton de aguas continentales com especial referencia al fitoplancton de Chile. III – CRYPTOPHYCEAE, DINOPHYCEAE E EUGLENOPHYCEAE*. Universidad de Concepción, 1982. 99 pp.

PARRA, O. O., GONZALES, M.; DELLAROSSA, V. *Manual Taxonômico del fitoplancton de aguas continentales com especial referencia al fitoplancton de Chile.V – CHLOROPHYCEAE Parte I: Volvocales, Tetrasporales, Chlorococcales y Uothricales*. 1983. Universidad de Concepción, 1983. 151p.

PARRA, O. O., GONZALES, M.; DELLAROSSA, V. *Manual Taxonômico del fitoplancton de aguas continentales com especial*

referencia al fitoplancton de Chile. V – CHLOROPHYCEAE
Parte II: Zygnematales. Universidad de Concepción, 1983. 353 p.

REYNOLDS, C. S. Phytoplankton assemblages in reservoirs. In: TUNDISI, J. G. & STRASKRABA, M. (Eds.) *Theoretical reservoir ecology and its applications*. Brazilian Academy of Sciences International Institute of Ecology/Backhuys Publishers, 1999.

SANT'ANNA, C. L.; AZEVEDO, M. T. P.; AGUJARO, L. F.; CARVALHO, M. C.; CARVALHO, L. R.; SOUZA, R. *Manual Ilustrado para identificação e contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais brasileiras*. Rio de Janeiro: Interciência, 2006. 58p.

SHANNON, C. E.; WIENER, W. *The mathematical theory of communication*. Urbana: University of Illinois Press, 1949. 117p.

TER BRAAK, C. J. F.; ŠMILAUER, P. *Canoco reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination*. Microcomputer Power, 2002. Ithaca, NY.

WETZEL, R. G.; LIKENS, G. E. *Limnological Analysis*. New York: Springer Verlag, 1991.

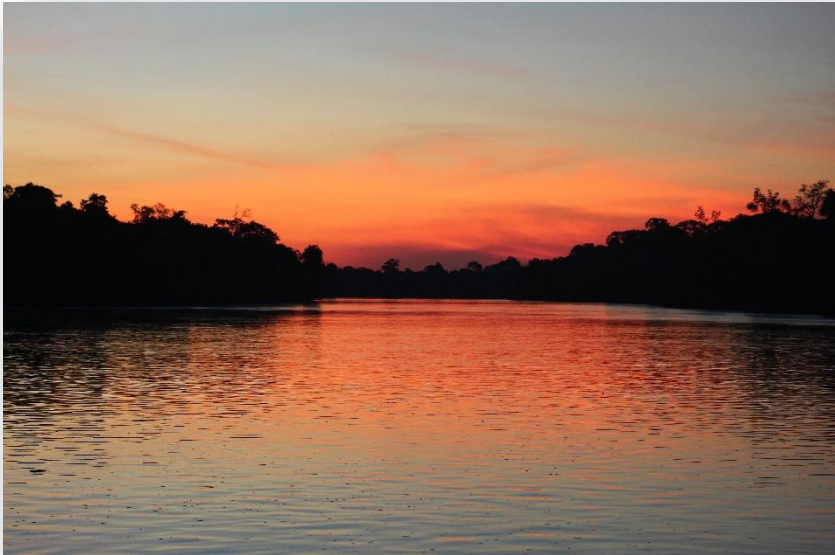
WETZEL, R. G. *Limnology: Lake and river ecosystems*. Third Edition. San Diego: Academic Press, 2001. 982p.

YUNES, J.; MATTHIENSEN, A.; CARNEIRO, C.; OROSKI, F.; BECKER, V. & CARVALHO, M.C. “*Florações de*

Cianobactérias Tóxicas: Mãos à Obra ao Problema". In "Lições de Limnologia". Org. por Roland, F.; César, D.&Marinho, M. São Paulo: Ed. Rima, 2005. 532p.

Parte IV

PERCEPÇÃO AMBIENTAL
***E SUSTENTABILIDADE:
DIÁLOGOS ENTRE OS
POVOS DA (NA) AMAZÔNIA***



IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DAS PCHS EM TERRA INDÍGENA NA BACIA DO RIO BRANCO, RONDÔNIA

João Gilberto de Souza RIBEIRO
Neiva Cristina de ARAÚJO
Nara Luisa Reis de ANDRADE

Introdução

O *boom* na construção de hidrelétricas é um fenômeno mundial (Altinbilek, 2002; Giongo; Mendes; Santos, 2015), abrangendo grandes e pequenas hidrelétricas. Desde o final dos anos 90, com as alterações legais aviadas no setor elétrico, houve uma forte expansão deste setor no Brasil, colocando o país no ranking dos grandes produtores de hidreletricidade (Hydropower Status Report, 2016). Segundo a legislação brasileira são consideradas grandes hidrelétricas aquelas com potência superior a 30 MW e pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) as que possuem potência entre 5 e 30 MW e menos de 13 km² de área de reservatório, contudo, não há um consenso mundial quanto à classificação das pequenas hidrelétricas (KIBLER; TULLOS, 2013; KELLY-RICHARDS et al., 2017).⁶

⁶Há ainda as Centrais Geradoras Hidrelétricas - CGHs, que podem gerar até 1 MW de energia. As hidrelétricas construídas com menos de 30 MW antes da Lei 9.074/1995 não são consideradas CGHs ou PCHs, mas UHEs (a Lei 13.097/2015 fez alterações na Lei 9.074/1995).

Ocorre que ao fazer uma breve revisão na literatura, percebe-se que existem diversos artigos científicos discutindo os impactos das pequenas centrais hidrelétricas em diferentes locais do mundo e pouca discussão do tema no Brasil. Uma pesquisa com os termos ‘pequenas centrais hidrelétricas’ e ‘impactos’ no Portal de Periódicos da Capes apresenta 48 resultados, destes, 19 foram publicados em periódicos revisados por pares e apenas 8 abordam, de maneira mais ou menos abrangente, as pequenas centrais hidrelétricas no Brasil (CAPES, 2018).

Em contrapartida, existem no Brasil 428 PCHs construídas, 31 em fase de construção e 116 previstas (Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, 2018), indicando a urgência no debate relativo aos impactos gerados por estes empreendimentos, que apesar de apresentados como causadores de pequenos impactos, trata-se de um tema controverso à medida que as populações impactadas relatam alterações em seu modo de vida. A região norte do Brasil tem o segundo maior potencial para a instalação de PCHs no país (111,02 MW), perdendo somente à região sudeste, cujo potencial é de 260,093 MW (FERREIRA et al., 2016).

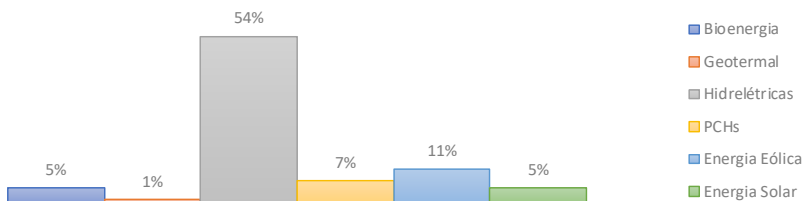
Há situações em que são construídas várias PCHs em uma mesma bacia hidrográfica, potencializando os danos sem que haja um aprofundado Estudo de Impacto Ambiental, uma vez que tal procedimento é simplificado às pequenas hidrelétricas. Ocorre que, quando considerada toda a potência instalada na bacia hidrográfica, é possível que os empreendimentos excedam 30 MW, a exemplo do que ocorre na bacia hidrográfica do Rio Branco, no estado de Rondônia, onde foram construídas oito PCHs que totalizam 39,78 MW.

Assim, o presente estudo objetivou identificar os aspectos e impactos socioambientais decorrentes da instalação e do funcionamento de PCHs na bacia do Rio Branco, com enfoque no componente indígena. Como objetivos específicos, almeja-se: i - apresentar o estado da arte das PCHs no mundo, no Brasil e na Amazônia; ii – analisar aspectos e impactos socioambientais apresentados no documento intitulado ‘estudo do componente indígena da T.I Rio Branco’ e iii - confrontar os aspectos e impactos apontados no documento acima descrito com a percepção da população impactada.

Estado da Arte

Apesar de estarem distribuídas por 150 países e contribuírem com aproximadamente 7% do total de energia gerada no mundo (World Small Hydropower Development Report, 2016), conforme Figura 1, não há um consenso internacional quanto ao conceito de pequenas hidrelétricas, sendo que do ponto de vista acadêmico são normalmente consideradas pequenas hidrelétricas aquelas que possuem entre 10 e 50 MW. Análises de pequenas hidrelétricas no Canadá, Turquia, Noruega, Chile e Índia apontam a problemas que envolvem diferentes atores e escalas (KELLY-RICHARDS et al., 2017).

Figura 1: Participação global de energia (%)



Fonte: Adaptado de World Small Hydropower Development Report, 2016

Na Europa, são caracterizadas como pequenas hidrelétricas aquelas com capacidade de até 10 MW, já na Índia a capacidade até 25 MW (Kibler; Tullos, 2013; Kelly-Richards et al., 2017). Na Colômbia são tidas como pequenas hidrelétricas os empreendimentos de até 20 MW; o Panamá e a Austrália adotam como parâmetro 20 MW; Chile, Costa Rica, Peru, Filipinas e Nova Zelândia consideram os pequenos empreendimentos hidrelétricos aqueles com até 50 MW. Já os Estados Unidos classificam como pequenos empreendimentos aqueles que produzem entre 30 e 100 MW (KELLY-RICHARDS et al., 2017).

Nos anos 1950, a China considerava pequenas hidrelétricas aquelas com menos de 0,5 MW, depois até 3 MW, passando para 12 MW, em seguida para 25 MW, por fim considera-se PCHs aquelas com menos de 50 MW (KIBLER; TULLOS, 2013). A ampliação do conceito de pequenas hidrelétricas ocorrida na China pode acenar ao que pode ocorrer futuramente no Brasil. O comparativo ocorre devido a algumas similitudes: proliferação de empreendimentos desta modalidade,

presença de minorias étnicas nos locais das construções, alteração na regulamentação do setor no início dos anos 2000 e também pelas tentativas de flexibilização do licenciamento ambiental no Brasil.

Estudos realizados em regiões da China com pequenas e grandes hidrelétricas indicam que ambas afetam o sistema de diferentes maneiras e que contribuem para a alteração do regime hidrológico e da qualidade da água. A política de estímulo à construção de pequenas hidrelétricas é inadequada, pois não considera os efeitos macro, daí a necessidade de aferir os efeitos cumulativos. Na mesma linha, as diferenças quanto ao licenciamento para pequenos e grandes empreendimentos hidrelétricos, a exemplo do que ocorre no Brasil, também é questionada no estudo (KIBLER; TULLOS, 2013).

Apesar de propagadas como sendo de baixo impacto, os debates entorno destes empreendimentos são negligenciados. Têm-se como impactos comumente decorrentes da construção de pequenas hidrelétricas: redução do fluxo de água nos rios; problemas à fauna de peixes; impactos ao patrimônio cultural e alterações à qualidade e temperatura da água. Mesmo nos países que possuem a obrigatoriedade de realização de Estudo de Impacto Ambiental, os impactos das pequenas hidrelétricas não são considerados de modo conjunto, quando construídos diversos empreendimentos em uma mesma bacia hidrográfica, explicando o motivo pelo qual os impactos cumulativos são desprezados (KELLY-RICHARDS et al., 2017).

No Brasil, a reforma no setor elétrico, promoveu o discurso de que as ‘pequenas hidrelétricas’, que incluem CGHs e PCHs, geram impactos não significativos, contudo, tais dados são

questionados. Por outro lado, estudos em diferentes partes do mundo têm apontado diversos impactos gerados pelas pequenas hidrelétricas, indicando que estas não se diferenciam das UHEs, pois também monopolizam os recursos naturais, além de gerarem impactos similares aos das UHEs (KELLY-RICHARDS et al., 2017).

Nos últimos anos, a expansão de PCHs tem ocorrido na Amazônia e na bacia hidrográfica do Rio Branco, em Rondônia, onde elas vêm sendo construídas desde 2004. Embora individualmente caracterizem-se como pequenas hidrelétricas, seguindo um procedimento menos complexo para o licenciamento ambiental e outorga, quando analisada a bacia hidrográfica como um todo, verifica-se um impacto considerável, similar ao de uma grande hidrelétrica. Por essas razões, faz-se necessário discutir os impactos ocorridos na bacia do Rio Branco e a forma como as populações impactadas visualizam tais mudanças, e quais as demandas por estes levantadas.

Material e Métodos

Caracterização do complexo de pequenas centrais hidrelétricas na bacia hidrográfica do Rio Branco

O presente estudo foi realizado na bacia hidrográfica do Rio Branco, situada na região oeste do Estado de Rondônia, na divisa com a Bolívia. O Rio Branco é um tributário do rio Guaporé/Mamoré. A Terra Indígena Rio Branco está localizada na bacia em estudo e possui área que pertence aos municípios de São Miguel do Guaporé, Alta Floresta d'Oeste e São Francisco

do Guaporé. A população residente é aproximadamente de 700 habitantes, composta por indígenas das etnias Arikapú, Aruá, Djeoromiti, Dyaroy, Kanoé, Makurap, Sakirabiak, Tupari e Wayuru.

Na bacia em questão, foram construídas oito pequenas hidrelétricas, que totalizam uma potência instalada de 39,78 MW, cujas características estão descritas na Tabela 1. As PCHs estão localizadas a montante da TI Rio Branco.

Tabela 1: Características das PCHs localizadas na bacia hidrográfica do Rio Branco, Alta Floresta d'Oeste – RO.

PCH	Data de Operação	Potência Outorgada (KW)	Potência Fiscalizada (KW)	Rio	Distância em linha reta da TI Rio Branco (km)
Ângelo Cassol	20/04/2011	3.600	3.600	Branco	30,0
Monte Belo	-	4.800	4.800	Saldanha	21,9
Rio Branco	31/12/2004	6.900	7.140	Branco	25,3
Santa Luzia	-	3.000	3.000	Colorado	67,6
Alta Floresta	-	5.000	5.000	Branco	32,5

Cachimbo Alto	01/09/2017	9.801	9.801	Branco	26,9
Saldanha	13/03/2006	5.280	5.280	Saldanha	20,3
Figueira	26/07/2017	1.400	1.400	Saldanha	19,6

Fonte: ANEEL, 2018.

Aspectos metodológicos

Para identificar os impactos socioambientais decorrentes de pequenas centrais hidrelétricas na bacia do Rio Branco, com enfoque no componente indígena, inicialmente foi realizado levantamento bibliográfico para a apresentação do estado da arte das pequenas hidrelétricas no mundo, no Brasil e na região amazônica. A partir de então, foram analisados os aspectos e os impactos socioambientais apresentados no documento intitulado ‘Estudo do Componente Indígena da Terra Indígena Rio Branco’, confrontando-os com a percepção da população impactada.

Para análise da percepção da população impactada, foi realizado pelo Departamento De Engenharia Ambiental e Departamento de Educação Básica Intercultural da Universidade Federal de Rondônia (UNIR) o evento ‘Seminário Avaliação dos Impactos Ambientais das Pequenas Centrais Hidrelétricas na Terra Indígena Rio Branco, Rondônia’, que aconteceu em duas etapas, no ano de 2017, a primeira nos dias 30 de junho e 01 de julho, na Terra Indígena Rio Branco, município de Alta Floresta e a segunda etapa nos dias 03 e 04 de julho no *Campus* da UNIR

em Ji-Paraná. Durante as atividades do seminário, foram realizadas apresentações das etapas do documento 'Estudo do Componente Indígena da Terra Indígena Rio Branco' por alunos e professores da UNIR, sempre seguido por falas dos demais presentes e debates. A fim de otimizar a dinâmica do encontro, foram criados 5 (cinco) GTs - Grupos de Trabalho, incluindo todos os presentes, sendo dado um tempo para discussão quanto às situações que eram consideradas prioridade pelos participantes.

Em relação à participação, destaca-se que na Terra Indígena Rio Branco houve grande participação, sendo majoritariamente moradores da T.I. Rio Branco, representantes do Pacto das Águas, da UNIR, do COMIN - Conselho de Missão entre Povos Indígenas e do CIMI - Conselho Indigenista Missionário. No dia 30/06 no período noturno, 61 pessoas participaram da ação, e no dia 01/07 nos períodos matutino e vespertino, 65 pessoas participaram. A segunda etapa do Seminário contou com exposição na UNIR – *Campus* Ji-Paraná, sendo o evento aberto à comunidade. No dia 03/07, nos períodos matutino e vespertino, 80 pessoas participaram do seminário, e no dia 04/07 nos períodos matutino e vespertino, 97 pessoas participaram da ação.

Enquanto na primeira etapa houve o enfoque nos Grupos de Trabalho, a segunda foi essencialmente expositiva, razão pela qual a primeira etapa dos trabalhos foi utilizada como base para a elaboração da presente análise. Na oportunidade os cinco GTs puderam demonstrar quais eram os principais impactos associados às PCHs ou percepções gerais sobre os empreendimentos hidrelétricos. Todos os GTs fizeram a exposição das informações que julgaram relevantes e na

sequência as considerações mais relevantes foram elencadas em ordem de prioridade de ação.

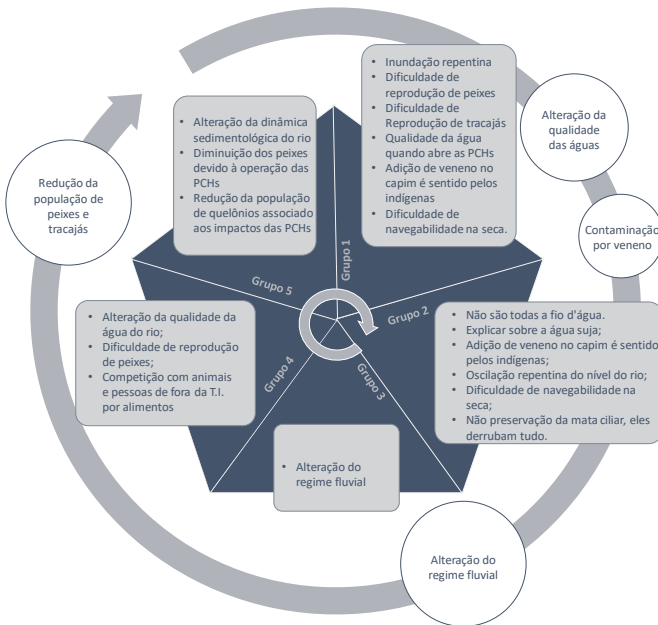
A metodologia foi orientada segundo a perspectiva de Bardin (1977). Trata-se de procedimentos sistemáticos que consistem na descrição do conteúdo das mensagens das falas realizadas no seminário. A análise consistiu na triangulação de métodos quantitativos e qualitativos com o propósito de compreender a percepção da população impactada.

Resultados e discussão

O Detalhamento dos Trabalhos em Grupos

A síntese dos aspectos e impactos ambientais elencados pelos Grupos de Trabalho durante o seminário realizado na T.I. Rio Branco está apresentada na Figura 2, sendo estes discutidos na sequência e complementados, quando pertinente, por trechos das falas dos participantes.

Figura 2: Síntese dos aspectos e impactos ambientais elencados pelos Grupos de Trabalho.



Fonte: Elaboração própria.

Grupo de Trabalho 1

No GT 1 destaca-se a fala ‘*Populações afetadas sempre são as populações tradicionais, indígenas, ribeirinhos e povos isolados, observando-se que estas populações não são consideradas nos estudos de impacto ambiental*’. Tal afirmação encontra respaldo na literatura, já que quando da instalação de empreendimentos hidrelétricos é recorrente a informação de

impactos mais significativos ocorram nos grupos mais vulneráveis: pobres, mulheres, crianças e minorias étnicas (BUI; SCHREINEMACHERS; BERGER, 2013).

O grupo de trabalho ponderou que os estudos desenvolvidos destacam o crescimento econômico e não levam em consideração o desenvolvimento sustentável, ou seja, os benefícios da globalização não são distribuídos de modo equitativo já que o crescimento econômico ocorre a custo de comunidades e de países pobres (Soros, 1998). A informação de que a qualidade da água está sendo afetada surgiu nas discussões do grupo de trabalho, fato que é recorrente na literatura (ABDEL MONSEF; SMITH; DARWISH, 2015; DE ARAÚJO; AGUIAR NETTO; GOMES, 2016; GYAU-BOAKYE, 2001; SICILIANO ET AL., 2015; SILVER, 2015).

Cabe ressaltar que os aspectos das hidrelétricas acabam por afetar direta ou indiretamente a flora e a fauna, os impactos destacados no que tange a esta temática é a **Dificuldade de Reprodução de Peixes e Tracajás** (Figura 2). Outro indicador que pode demonstrar isso é a diminuição da produção de artesanatos, haja vista a diminuição de animais e sementes que proporcionam matéria-prima para produção de artesanatos. Violência aos bens imateriais, cabe destacar a inundação do cemitério do povo Jabuti. A diminuição da renda das populações impactadas também é um elemento corriqueiro quando da instalação de empreendimentos hidrelétricos (SICILIANO et al., 2015; TILT; GERKEY, 2016).

O estudo de impactos ambientais ocorre tardiamente, não consultando a população que deveria ser consultada de forma adequada, e os estudos não são compatíveis com o porte das

PCHs, tampouco com sua configuração. Entre outras questões isso pode ser percebido por meio da **Alteração do Regime Fluvial** em que os indígenas afirmam veementemente os episódios de **Inundação Repentina**, além da **Dificuldade de Navegabilidade** na estação seca. Embora os estudos que abordam os impactos de PCHs no Brasil ainda não sejam muito abrangentes, há relatos na literatura quanto às falhas dos processos de consulta quando da instalação de empreendimentos hidrelétricos (EPA, 1974; WCD, 2000; RADOVICH; BALAZOTE, 2007).

Destacou-se a necessidade de fortalecer grupos sociais que auxiliem nas discussões da temática.

Grupo de Trabalho 2

No GT 2, foi apontada a necessidade de uma maior atuação do Ministério Público Federal junto aos povos indígenas e a importância da divulgação dos empreendimentos para a sociedade, pois o processo como vem ocorrendo é negativo, uma vez que as pessoas não participam do processo de decisão. A **Alteração da Qualidade da Água** destaca que água se apresenta muitas vezes suja e **Contaminada por Veneno** quando os funcionários das PCHs lançam veneno na margem dos lagos a fim de diminuir o capim, assim também como é destacada a **Derrubada das Matas Ciliares** (Figura 2).

A importância da participação social, em especial das populações afetadas é recorrentemente indicada pela literatura, já que na prática o que costuma ocorrer é justamente o contrário, ou

seja, há uma baixa participação popular, assim como falta de transparência do processo (Ferreira, 2017; Ribeiro, 2006).

Sugeriu-se que, *‘À medida que as consultas feitas são meramente informativas, apenas para cumprir uma determinação legal, há a necessidade de antecipar as manifestações contra as hidrelétricas’*, e, *‘Em casos específicos, deve-se postular pela suspensão da licença da PCH que desvia a água do Rio Branco para o Rio Colorado’*. Por fim, em relação a UHE Tabajara (em Machadinho D’Oeste), apontou-se a importância de reunir povos atingidos para elaborar protocolo de oposição.

Ademais o GT 2 contesta o uso do termo **“Fio D’Água”** uma vez que algumas PCHs apresentam lagos com retenção da água que é liberada segundo demanda de geração de energia, propiciando a **Alteração do Regime de Vazão** do rio (Figura 2).

Grupo de Trabalho 3

No GT 3, foi destacado o impacto relacionado à **Alteração do Regime Fluvial** (Figura 2). Ademais no GT 3 foram destacados os problemas de outras bacias hidrográficas, bem como os impactos das bacias do rio Branco e do rio Machado. Na bacia do rio Juruena, por exemplo, foi criada uma rede de comunicação “Rede Juruena Viva” para lutar contra impactos de PCHs. É importante a mobilização com diversos segmentos da sociedade, além de ribeirinhos e povos indígenas é preciso inserir produtores rurais e ocupantes das bacias. Inclusive é importante pensar no Comitê de Bacia Hidrográfica.

Destacou-se que *‘o rio Machado já foi muito rico em peixes e que hoje há dificuldade de encontrar os peixes neste rio’*. Há a preocupação com a construção das barragens, aqueles que estão no Igarapé Lourdes sentem os efeitos dos impactos à bacia hidrográfica, o que com a chegada das PCHs tende a piorar, tanto em relação à qualidade, quanto à quantidade de água dos rios. Ressaltou-se que os indígenas já sofrem pressão de fazendas, as quais utilizam fertilizantes, insumos e agrotóxicos que interagem com a Terra Indígena e prejudicam o desenvolvimento local.

Complementarmente, algumas propostas do GT 3 apontaram para a necessidade de reflorestamento das matas ciliares e projetos de educação ambiental, nas aldeias, no entorno das Terras Indígenas e unidades de conservação.

Grupo de Trabalho 4

No GT 4, destacou-se a **Alteração da Qualidade da Água** do rio o que prejudica muito as atividades nas comunidades indígenas, como também a **Dificuldade de Reprodução de Peixes** que vem sendo afetada pela operação das PCHs (Figura 2). Além disso, foi indicada a necessidade de rever o documento ‘Estudo do Componente Indígena da Terra Indígena Rio Branco’ e exigir compensações apropriadas aos impactos existentes; a importância de formar um grupo de trabalho com a participação de comunidades tradicionais, objetivando conscientizar as diversas comunidades; incentivos aos indígenas junto à universidade para cursar o ensino superior, e, por fim, destacou-se a necessidade de estender o tema do seminário para realizar eventos maiores em municípios e locais estratégicos, de forma a

possibilitar maior participação social.

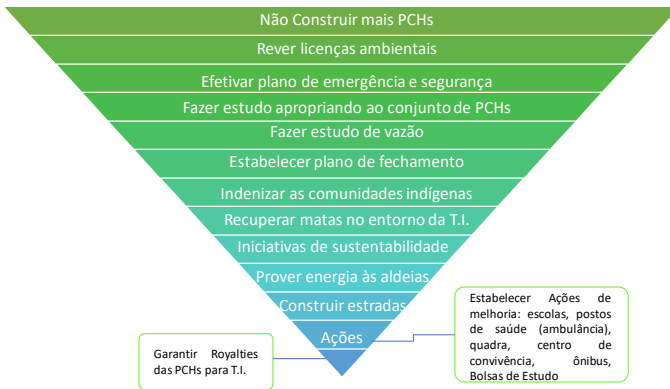
Grupo de Trabalho 5

No GT 5 foi destacada a **Alteração da Dinâmica Sedimentológica** do rio e o progressivo aumento da turbidez da água. Associaram a **Diminuição dos Peixes** devido à operação das PCHs e apontaram também a **Redução da População de Quelônios** associada aos aspectos das PCHs (Figura 2). Ademais, o grupo apontou a necessidade de realizar oficinas e audiências públicas, a fim de articular e informar as comunidades, bem como propiciar o empoderamento das populações impactadas, considerando suas manifestações quanto à implantação de empreendimentos hidrelétricos e fortalecer a proposta da UNIR de criação do curso de Desenvolvimento Territorial Indígena.

As Prioridades de Ação Elencadas pelos Indígenas

De acordo com as falas dos Grupos de Trabalho, foram sintetizadas as medidas e ações prioritárias a serem adotadas para mitigação dos impactos adversos do complexo de PCHs na região, sendo as mais relevantes destacadas no topo da pirâmide invertida, as quais podem ser observadas na Figura 3.

Figura 3: Plano emergencial, ações e medidas mitigadoras e compensatórias.



Fonte: Elaboração própria.

Pesquisadores têm usado a ‘*Environmental Change Theory*’ para categorizar os efeitos cumulativos de diferentes tipos. A diversidade de fontes, processos e os efeitos envolvidos impedem a criação de uma tipologia padrão (Tradução livre) (CEQ, 1997). São considerados efeitos cumulativos: poluição da água, diminuição da população de peixes, perda do valor da propriedade, diminuição do rendimento de safra agrícola (Poff; Schmidt, 2016), perda de vegetação ribeirinha (CEQ, 1997). Portanto, verifica-se a ocorrência de efeitos cumulativos na bacia do rio Branco.

Considerações Finais

Com base no exposto, foi possível verificar que, apesar de

várias PCHs terem sido construídas, não restaram considerados os efeitos cumulativos, os quais resultam de efeitos espaciais (geográficos) e temporais (de tempo) de perturbações ambientais. Uma segunda perturbação ocorre em um local antes de o ecossistema ser capaz de se recuperar totalmente do efeito da primeira perturbação. Isso pode ser observado nas falas dos indígenas destacando a alteração da vazão, a contaminação das águas e a redução da população de peixes e tracajás após o funcionamento das centrais hidrelétricas. Existe influência das PCHs no leito do rio Branco, as lideranças indígenas em participação no seminário enfatizam a retirada de uma parte da vazão para outra bacia, além da retenção de água, no período de seca, nas barragens, para que as PCHs possam gerar energia nos períodos de pico de consumo.

O estudo “Avaliação Ambiental Integrada da Sub-Bacia do Rio Branco (RO)” apresentado pelos empreendedores, segundo os achados empíricos, não se preocuparam mitigar efeitos regionais a jusante da captação e não levam em consideração a realidade dos indígenas habitantes da bacia.

Por fim, destaca-se a necessidade de desenvolvimento de políticas públicas que possam auxiliar o processo de empoderamento dos indígenas, como destacado por eles no seminário: a criação do curso Desenvolvimento Territorial Indígena para que moradores das terras indígenas possam estar cada vez melhor preparados para combater a pressão externa e proteger a cultura e o ambiente das populações indígenas.

Agradecimentos

Aos moradores da Terra Indígena Rio Branco; aos alunos

de Engenharia Ambiental e do Intercultural da UNIR; ao Ministério Público Federal; à Fundação Nacional do Índio; ao Conselho Indigenista Missionário; e ao Conselho de Missão entre Povos Indígenas.

Referências

ABD-EL MONSEF, H.; SMITH, S. E.; DARWISH, K. Impacts of the Aswan High Dam After 50 Years. *Water Resources Management*, v. 29, n. 6, p. 1873–1885, 21 abr. 2015.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. *BIG - Banco de Informações de Geração*. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 15 de agosto de 2018.

ALTINBILEK, D. D. The role of dams in development. *Water Science and Technology*, v. 45, p. 169–180, março 2002.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Título original: *L'analyse Du contenu*, 1977. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Ed. Lisboa: Edições Setenta, 1994. 225 p.

BUI, T. M. H.; SCHREINEMACHERS, P.; BERGER, T. Hydropower development in Vietnam: Involuntary resettlement and factors enabling rehabilitation. *Land Use Policy*, v. 31, p. 536–544, 2013.

CAPES. Portal de Periódicos da Capes. Disponível em:

<www.periodicos.capes.gov.br>. Acesso em: 01 agosto 2018.

CEQ. *Considering Cumulative Effects Under the National Environmental Policy Act (CEQ, 1997) | Department of Energy*. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://energy.gov/nepa/downloads/considering-cumulative-effects-under-national-environmental-policy-act-ceq-1997>>.

DE ARAÚJO, S. S.; AGUIAR NETTO, A. O.; GOMES, L. J. A percepção ambiental, identidade e pertencimento dos moradores do povoado Cabeço, em Brejo Grande/SE, frente às inundações na foz do rio São Francisco. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 36, n. 0, 30 abril 2016.

EPA, E. P. A. *An assessment methodology for the environmental impacts of water resource projects*. Washington: [s.n.]. 1974 Disponível em: <<https://nepis.epa.gov>>. Acesso em 15 de agosto de 2018.

FERREIRA, J. H. I. CAMACHO, J. R. MALAGOLI, J.A., GUIMARÃES JÚNIOR, S. C., Assessment of the potential of small hydropower development in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 56, p. 380–387, 2016.

FERREIRA, R. A. A. C. *Parecer Pericial 02/2017/SPJPR/CRP4/SEAP/MPF – Inquérito Civil 1.31.000.000936/2012-5/1*, Procuradoria Geral da República no Estado de Rondônia, Ji-Paraná, 2017.

GIONGO, C. R.; MENDES, J. M. R.; SANTOS, F. K. Desenvolvimento, saúde e meio ambiente: contradições na construção de hidrelétricas. *Serviço Social & Sociedade*, n. 123,

p. 501–522, set. 2015.

GYAU-BOAKYE, P. Environmental Impacts of the Akosombo Dam and Effects of Climate Change on the Lake Levels. *Environment, Development and Sustainability*, v. 3, n. 1, p. 17–29, 2001.

INTERNATIONAL HYDROPOWER ASSOCIATION. *2016 Hydropower Status Report*. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.hydropower.org/2016-hydropower-status-report>>., Acesso em: 15 de agosto de 2018.

KELLY-RICHARDS, S., SILBER-COATSA, N., CROOTOF, A., TECKLIN, D., BAUER, C.. Governing the transition to renewable energy: A review of impacts and policy issues in the small hydropower boom. *Energy Policy*, v. 101, p. 251–264, fev. 2017.

KIBLER, K. M.; TULLOS, D. D. Cumulative biophysical impact of small and large hydropower development in Nu River, China. *Water Resources Research*, v. 49, n. 6, p. 3104–3118, june, 2013.

RADOVICH, J. C.; BALAZOTE, A. Efeitos socioambientais resultantes da produção hidroenergética na região Comahue. Uma análise sobre a constituição, o funcionamento e a privatização da Hidronor S.A. In: *VERDUM, R. Integração, usinas hidroelétricas e impactos socioambientais*. Brasília: INESC, 2007.

SICILIANO, G. URBAN, F., KIM, S., LONN, P. D.. Hydropower, social priorities and the rural–urban development divide: The case of large dams in Cambodia. *Energy Policy*, v. 86, p. 273–285, 2015.

SILVER, J. Disrupted Infrastructures: An Urban Political Ecology of Interrupted Electricity in Accra. *International Journal of Urban and Regional Research*, v. 39, n. 5, p. 984–1003, 1 settembre 2015.

TILT, B.; GERKEY, D. Dams and population displacement on China's Upper Mekong River: Implications for social capital and social–ecological resilience. *Global Environmental Change*, v. 36, p. 153–162, 2016.

WCD. *Dams and Development: A new framework for decision-making*. [s.l.: s.n.]. v. 23, 2000.

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA SUB-BACIA DO RIO BRANCO DO ROOSEVELT, RONDÔNIA, BRASIL

Juliana Cristina da Silva LOPES

Jhony VENDRUSCOLO

Gilderlon dos Santos SOARES

Introdução

A água é insubstituível e essencial a vida, e merece destaque entre os recursos naturais (DONADIO et al., 2005). Apesar da abundância desse recurso no planeta, verifica-se que apenas 0,3% da água doce nos rios e lagos estão diretamente disponíveis para atividades humanas (REBOUÇAS et al., 1999). Portanto, o planejamento de uso e gestão dos recursos hídricos é de extrema relevância para o desenvolvimento sustentável em qualquer região do planeta.

Dentre os fatores que influenciam a disponibilidade de água estão o tipo de cobertura vegetal e o manejo do solo. A ausência da cobertura vegetal e o uso intensivo do solo, pela ação antrópica, reduz a precipitação, a taxa de infiltração de água no solo e o estoque de água subterrânea, eleva a erosão hídrica do solo e o assoreamento dos corpos d'água, influenciando o padrão de vazões e o volume dos cursos d'água (PIRES & SANTOS, 1995). Neste cenário podem ocorrer desde problemas de armazenamento de água e abastecimento de hidrelétricas, em

consequência, redução do potencial de eletricidade, à intensificação do efeito de inundações (LONGHI, 1997).

A sub-bacia do Rio Branco do Roosevelt tem 3.467 imóveis rurais e 1.015 km² da Terra Indígena Sete de Setembro (INCRA, 2018), contudo observa-se na literatura a escassez de informações a respeito da paisagem, que auxiliem o planejamento da gestão dos recursos hídricos da região. A caracterização morfométrica da bacia é fundamental para se obter informações da paisagem, visando a realização de análises hidrológicas e, conseqüentemente, o entendimento da dinâmica ambiental na região (TEODORO et al., 2007).

Para o estudo dos parâmetros morfométricos de uma bacia hidrográfica, existem vários índices que são encontrados na literatura que podem ser aplicados, sendo alguns considerados simples, quando associados ao uso de softwares (CARARD, 2016). O QGIS é um exemplo de software utilizado em trabalhos com geoprocessamento, principalmente na última década, por ser de fácil manuseio, eficiente e gratuito. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo realizar a caracterização morfométrica da sub-bacia do Rio Branco do Roosevelt, com o auxílio de técnicas de geoprocessamento, para disponibilizar informações essenciais ao planejamento do desenvolvimento sustentável da região.

Material e Métodos

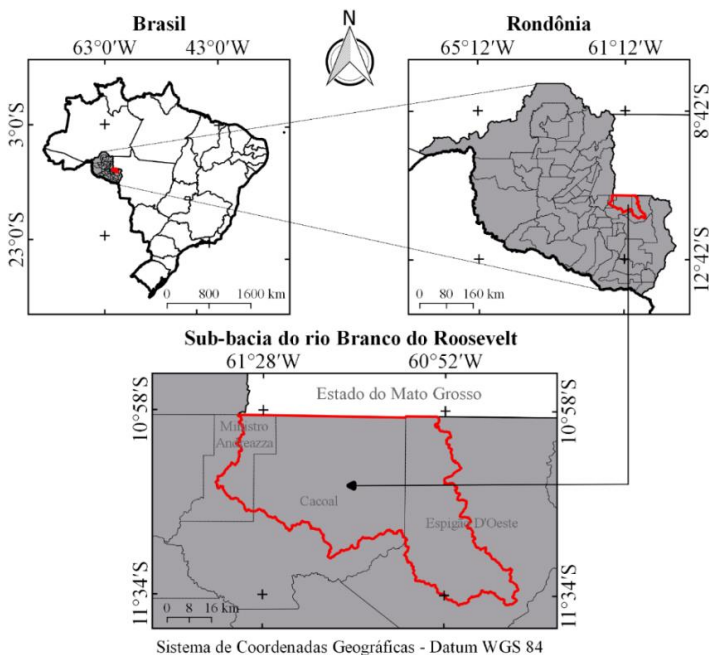
Localização e características da área de estudo

O trabalho foi realizado na sub-bacia do Rio Branco do Roosevelt, localizada nos municípios de Cacoal, Espigão

D'Oeste e Ministro Andreazza (Figura 1), integrante da bacia do Rio Roosevelt.

A região tem clima do tipo monção (ALVARES et al., 2014), temperatura média anual de 25,3 °C, umidade relativa do ar anual média de 76% (RONDÔNIA, 2012), precipitação média de 1.843,7 a 2.008,2 mm ano⁻¹, concentrada principalmente nos meses de dezembro a janeiro (FRANCA, 2015), e bioma amazônico (predominante), com florestas ombrófilas densas ou abertas (IBGE, 2004).

Figura 1: Localização da sub-bacia do Rio Branco do Roosevelt, Rondônia, Brasil.



Caracterização morfométrica

No processo foram estimados os parâmetros geométricos (área, perímetro, fator de forma, coeficiente de compacidade e índice de circularidade), características de relevo (altitudes mínima, média e máxima, declividade e índice de rugosidade) e da rede de drenagem (padrão, ordem, densidade de drenagem, densidade de nascentes, índice de sinuosidade e tempo de concentração). Para o geoprocessamento utilizou-se o software QGIS 2.10.1 (versão Pisa) e a seguinte metodologia:

- a) **Área e perímetro**: o primeiro consiste em toda área drenada pelo sistema pluvial inclusa entre seus divisores topográficos, projetada em plano horizontal, e o segundo, é o comprimento da linha imaginária ao longo do divisor de águas (TONELLO, 2005). Estes parâmetros foram mensurados com base na imagem altimétrica do projeto *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com resolução espacial de 30 m (USGS, 2017), utilizando o complemento *Terrain Analysis Using Digital Elevation Models* (TauDEM) e as etapas de processamento: Pit Remove < D8 **FlowDirections**< D8 **ContributingArea** (1^a versão) <**StreamDefinitionbyThreshold** (1^a versão) < D8 **ContributingArea** (2^a versão) <**StreamDefinitionbyThreshold** (2^a versão) (limiar de 350) <**StreamReachandWatershed**. Em seguida, realizou-se a suavização do perímetro da sub-bacia com a ferramenta “simplificar geometria”.

b) Fator de forma: é a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia, expressa a suscetibilidade de enchentes, e foi calculado pela equação 1 (VILLELA & MATTOS, 1975).

$$F = \frac{A}{L^2} \quad (1)$$

Sendo: F = fator de forma; A = área de drenagem (km²); L = comprimento do eixo da sub-bacia (km).

c) Coeficiente de compacidade: constitui a relação entre o perímetro da sub-bacia e a circunferência de um círculo de área igual ao da sub-bacia (CARDOSO et al., 2006), e foi calculado com a equação 2 (VILLELA & MATTOS, 1975).

$$Kc = 0,28 * \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (2)$$

Sendo: Kc = coeficiente de compacidade; P = perímetro (km); A = área de drenagem (km²).

d) Índice de circularidade: o índice de circularidade tende para unidade 1 à medida que a sub-bacia se aproxima da forma circular, e diminui à medida que a forma se torna alongada (CARDOSO et al., 2006). Este parâmetro foi calculado com a equação 3 (SCHUMM, 1956).

$$IC = \frac{12,57 * A}{P^2} \quad (3)$$

Sendo: IC = índice de circularidade; A = área de drenagem (km²) e P = perímetro (km).

e) **Altitude:** a altitude mínima e máxima foi obtida diretamente com base na imagem SRTM. A altitude média foi mensurada com a ferramenta “Estatística por Zona”.

f) **Relevo:** parâmetro obtido com base na imagem SRTM, utilizando a ferramenta “Modelo Digital de Elevação”. Posteriormente, o relevo foi classificado de acordo com a declividade em plano (0-3%), suave ondulado (3-8%), ondulado (8-20%), forte ondulado (20-45%), montanhoso (45-75%) e escarpado (> 75%) (SANTOS et al., 2013).

g) **Índice de rugosidade:** o índice de rugosidade tem como base a amplitude altimétrica e a densidade de drenagem, e foi calculado com a equação4(CASTRO &CARVALHO, 2009).

$$Ir = Hm \times Dd \quad (4)$$

Sendo: Ir = índice de rugosidade; Hm = amplitude altimétrica(m); Dd = densidade de drenagem (km km⁻²).

- h) **Padrão de drenagem:** é a distribuição espacial da rede de drenagem na paisagem, e foi obtido por comparação com dados de Parvis (1950).
- i) **Ordem de drenagem:** é uma classificação que reflete o grau de ramificação ou bifurcação dentro de uma bacia. A ordem de drenagem foi extraída juntamente com área de perímetro, utilizando os procedimentos citados na etapa a.
- j) **Densidade de drenagem:** é a relação entre o comprimento total de canais (rios perenes e temporários) e a área da bacia, e foi calculado com a equação 5 (HORTON, 1945).

$$Dd = \frac{L}{A} \quad (5)$$

Sendo: Dd = densidade de drenagem (km km⁻²); L = comprimento total dos rios (km); A = área de drenagem (km²).

- k) **Densidade de nascentes:** é a relação entre o número total de nascentes e a área da sub-bacia. Inicialmente se extraiu as nascentes da drenagem, utilizando o plugin “streamfeatureextractor”, em seguida mensurou-se a densidade com a equação 6.

$$Dn = \frac{Nn}{A} \quad (6)$$

Sendo: Dn = densidade de nascentes (nascentes km⁻²); Nn = número de nascentes; A = área de drenagem da sub-bacia (km²).

- l) **Índice de sinuosidade:** é a relação entre o comprimento verdadeiro do canal e o seu comprimento vetorial. Os comprimentos do canal principal e vetorial do canal principal foram mensurados com base no mapa de bacias e sub-bacias

do estado de Rondônia (RONDÔNIA, 2002), posteriormente, utilizou-se a equação 7 (VILLELA & MATTOS, 1975).

$$Is = \left(\frac{L - Ev}{L} \right) \times 100 \quad (7)$$

Sendo: Is = índice de sinuosidade (%); L = comprimento do canal principal (km); Ev = comprimento vetorial do canal principal (km).

m) Tempo de concentração: é o tempo necessário para o escoamento deslocar-se do ponto hidráulicamente mais distante da bacia para a saída (Kent et al., 2010), e foi mensurado com a equação 8 (KIRPICH, 1940).

$$Tc = \left(0,87 \times \frac{L^3}{H} \right)^{0,385} \quad (8)$$

Sendo: Tc = Tempo de concentração (h); L = comprimento do talvegue principal (km); H = desnível entre a parte mais elevada e a secção de controle (m).

Resultados e Discussões

A sub-bacia do Rio Branco do Roosevelt tem área de drenagem de 4.015,52 km², perímetro de 485,83km. Esta região é composta por 24 microbacias, com destaque para as microbacias dos rios Branco, Fortuna, e Volta Grande, por serem as mais abrangentes, chegando a 43,99; 37,98 e 13,07% da área total, respectivamente.

Características geométricas

Os exutórios das 24 microbacias estão localizados na região norte da sub-bacia do Rio Branco do Roosevelt, mais precisamente na divisa com o estado do Mato Grosso. Portanto, a sub-bacia em estudo pode ter vários níveis de suscetibilidade a enchentes, de acordo com a paisagem de cada microbacia.

As microbacias dos rios Branco, Fortuna, e Volta Grande, têm valores diferentes para as características geométricas (Tabela 1), mas que denotam formas alongadas e baixa suscetibilidade a enchentes, como pode ser observado nos trabalhos de LIMA JÚNIOR et al. (2012) e SILVA (2012), com exceção apenas para o fator de forma da microbacia do Rio Branco, que sugere suscetibilidade média.

Tabela 5: Características geométricas das principais microbacias da sub-bacia do Rio Branco do Roosevelt, Rondônia, Brasil.

Parâmetro	Microbacia		
	Branco	Fortuna	Volta Grande
Área (km ²)	1.766,43	1.524,96	524,95
Perímetro (km)	279,08	307,40	171,30
Fator de forma	0,56	0,22	0,29
Coefficiente de compacidade	1,86	2,20	2,09
Índice de circularidade	0,29	0,20	0,22

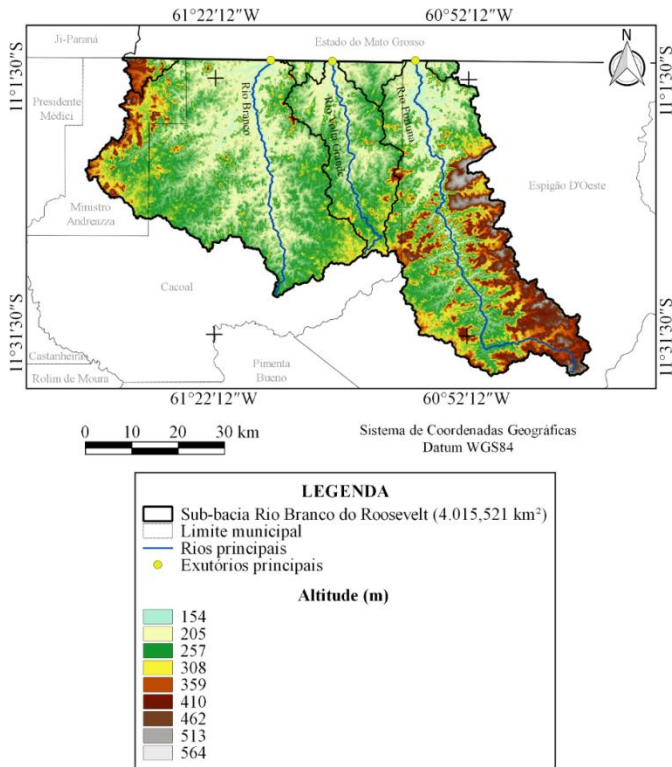
É interessante salientar que o formato da bacia influencia diretamente no tempo em que as águas precipitadas levam para alcançar o exutório, sendo observado que formas alongadas retardam o escoamento (SPANGHERO et al., 2015), reduzindo os riscos de ocorrência de enchentes, contudo, caso ocorra a enchente será necessário um tempo maior para a água retornar aos leitos fluviais. Em trabalhos realizados nas microbacias dos rios Bananeira (JOHEM et al., 2018) e Conceição (SIQUEIRA et al.,

2018), ambas pertencentes a sub-bacia do Rio São Miguel/RO, constatou-se o formato alongado, demonstrando que esta característica também ocorre em outras regiões do estado de Rondônia.

Características de relevo

A altitude da sub-bacia varia de 154 a 564 m, com valor médio de 269 m (Figura 2). Os valores mínimo, médio e máximo foram de 159, 247 e 456 m, na microbacia do Rio Branco, 154, 308 e 550 na microbacia do Rio Fortuna, e 154, 244 e 309 m na microbacia do Rio Volta Grande. Resultados semelhantes foram encontrados por Fonseca e Silva (2017) em microbacias do município de Colorado D'Oeste (203 a 574 m), pertencentes a sub-bacia do Rio Escondido.

Figura 23: Hipsometria da sub-bacia do Rio Branco do Roosevelt e de suas principais microbacias, Rondônia, Brasil.

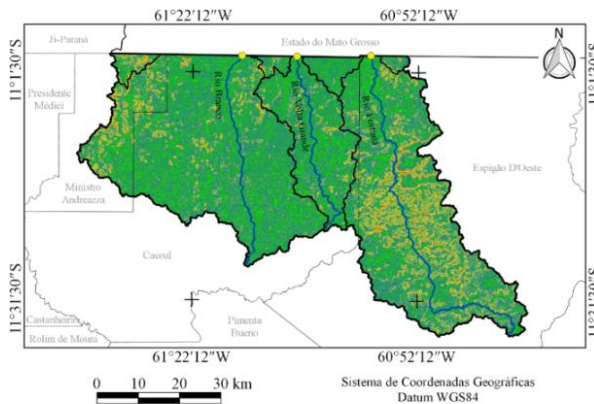


A altitude está diretamente relacionada com a diversidade e estrutura da vegetação, sendo observado dossel mais elevado e diâmetro mais espesso de árvores em áreas de maiores altitudes

(XU et al., 2017), assim, este parâmetro pode ser utilizado para direcionar projetos de conservação da biodiversidade, visando a proteção de áreas com alta diversidade de espécies (HUA, 2004) e reflorestamentos para fins madeireiros. Neste contexto, infere-se que as áreas de maiores altitudes tendem a ter maior riqueza de vegetação, contudo, estas áreas estão localizadas fora de unidades de conservação, ou seja, com alto risco de supressão da vegetação. Portanto, recomenda-se estudos de levantamentos florísticos e fitossociológicos nas áreas de maiores altitudes, para confirmar a hipótese e disponibilizar informações para elaboração de políticas públicas.

A sub-bacia tem relevos planos a escarpados, com predominância das classes suave ondulado (35,24%) e relevo ondulado (34,72%), responsáveis por abranger 69,96% da área total (Figura 3). Essa característica do relevo é observada nas três microbacias, indicando um padrão na paisagem.

Figura 24: Relevo da sub-bacia do Rio Branco do Roosevelt e de suas principais microbacias, Rondônia, Brasil.



LEGENDA

Sub-bacia Rio Branco do Roosevelt (4.015,521 km²)
 Limite municipal
 Rios principais
● Exutórios principais

Declividade (%)	Relevo	Microbacia		Sub-bacia
		Branco	Fortuna Volta Grande	Rio Branco do Roosevelt
		Área (km ²)		
0-3	Plano	286,230	160,466	558,035
3-8	Suave ondulado	697,744	425,427	1.415,198
8-20	Ondulado	587,145	563,815	1.394,202
20-45	Forte ondulado	173,226	325,307	568,960
45-75	Montanhoso	21,240	47,404	75,529
75-147	Escarpado	0,840	2,539	3,597

De acordo com as características de relevo, constata-se que a maior parte da região não limita o uso de mecanização, com relação a este parâmetro, corroborando com dados do trabalho de Höfig Araujo Junior (2015), realizado no estado do Paraná. A predominância de baixa declividade também permite denotar que a região tende a baixa suscetibilidade a processos erosivos, visto que se tem o aumento da perda de solo com o aumento dos valores

das classes de declividade, como observado por Cogo, Levien e Schwarz (2003).

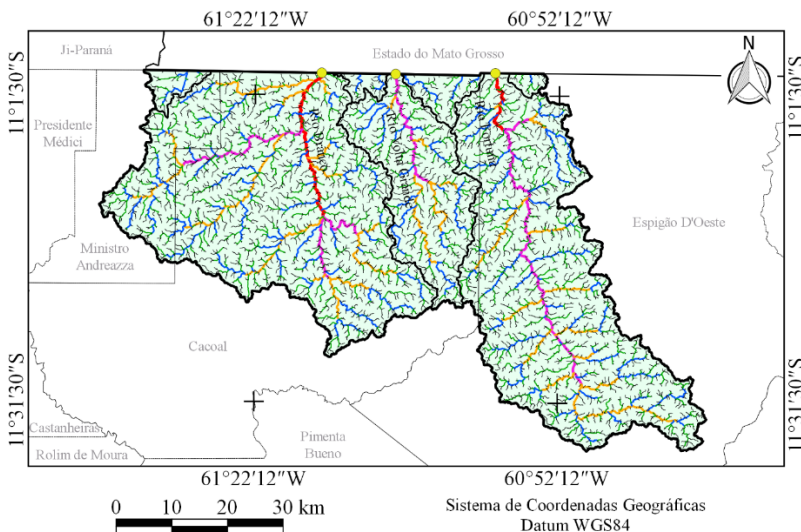
Apesar da predominância de baixa declividade, constata-se que a região tem áreas com Neossolos Quartzarênicos, que tem como característica principal a textura areia a areia franca, promovendo baixa capacidade de agregação das partículas de solo e, conseqüentemente, maior suscetibilidade a erosão hídrica. Portanto, recomenda-se a adoção de práticas de manejo voltadas para a manutenção da cobertura do solo, para se evitar o contato direto das gotas de chuva com a superfície do solo, tendo em vista que a sub-bacia tem elevado índice pluviométrico.

A sub-bacia tem índice de rugosidade de 618, indicando que a região tem canais fluviais bem entalhados e relevos colinosos e dissecados, estando sujeito a variações de vazões instantâneas, como destacado por Almeida et al. (2015), na bacia do Rio Coco, Tocantins.

Características da rede de drenagem

A rede de drenagem da sub-bacia tem padrão dendrítico de 6ª ordem, densidade de drenagem de 1,22 km⁻² e densidade de nascentes de 0,82 nascentes km⁻² (Figura 4).

Figura 4: Rede de drenagem da sub-bacia do Rio Branco do Roosevelt e de suas principais microbacias, Rondônia, Brasil.



LEGENDA				
	Sub-bacia Rio Branco do Roosevelt (4.015,521 km ²)			
	Limite municipal			
	Exutórios principais			
Ordem	Microbacia			Sub-bacia
	Branco	Fortuna	Volta Grande	Rio Branco do Roosevelt
----- Comprimento (km) -----				
1	1.047,289	954,005	308,508	2.409,097
2	568,832	468,105	146,207	1.229,637
3	306,457	260,791	100,908	713,651
4	168,783	127,773	51,737	348,615
5	54,872	68,348	27,108	150,329
6	33,617	14,041		47,658

As principais microbacias do Rio Branco do Roosevelt têm características semelhantes em relação a rede de drenagem (Tabela 2). De acordo com a literatura, os resultados indicam que toda a região tem um sistema de drenagem complexo com elevadas condições para habitação de peixes (FAIRFULL & WHITERIDGE, 2003), média densidade de drenagem (BELTRAME, 1994), baixa densidade de nascentes (LOLLO, 1995), canais principais retos (microbacia do Rio Branco) a divagantes (microbacias dos rios Fortuna e Volta Grande) (ROMERO et al., 2017) e tempos de concentração baixos (microbacia do rio Branco) a médios (microbacias dos rios Fortuna e Volta Grande).

Tabela 6: Características da rede de drenagem das principais microbacias da sub-bacia Rio Branco do Roosevelt.

Parâmetro	Unidade	Microbacias		
		Branco	Fortuna	Volta Grande
Padrão	-	Dendrítico	Dendrítico	Dendrítico
Ordem	Quantidade	6	6	5
Densidade de drenagem	km km ⁻²	1,23	1,24	1,21
Densidade de nascentes	Nascentes km ⁻²	0,81	0,86	0,73
Índice de sinuosidade	%	22,38	34,82	30,19
Tempo de concentração	h	18,38	23,36	13,85

É importante destacar que a densidade de drenagem é considerada a assinatura do clima na topografia (MOGLEN et al., 1998), denotando que os solos da região em estudo têm elevada profundidade e alta capacidade de infiltração de água, uma vez que a região tem alto índice pluviométrico. A alta capacidade de

infiltração de água no solo reduz a probabilidade de ocorrência de erosões hídricas, contudo, também infere que a sub-bacia pode ser susceptível a períodos prolongados de escassez hídricas. Portanto, recomenda-se práticas de manejo que permitam o aumento do teor de matéria orgânica e, conseqüentemente, a elevação da capacidade de armazenamento de água no perfil do solo e disponibilização gradativa de água ao longo do ano.

As características dos canais principais das microbacias também inferem que a região tende a não acumular sedimentos na parte interna das curvas dos meandros, além de aumentar a velocidade de fluxo, reduzindo o tempo de permanência da água no ecossistema, visto que, em regiões com índice de sinuosidade elevado observa-se exatamente o inverso, como constatado por Gabler et al. (2009).

Também é importante salientar que velocidades de escoamento elevadas aumentam a influência de enchentes a jusante da sub-bacia (BRUBACHER et al., 2011). Portanto, reforça-se a necessidade de adoção de práticas conservacionistas para elevar o tempo de permanência de água no sistema, para reduzir não somente os riscos de escassez hídrica, como discutido anteriormente, mas também a suscetibilidade de enchentes a jusante da sub-bacia.

Conclusões

A sub-bacia do Rio Branco do Roosevelt tem área de 4.015,521 km², perímetro de 385,8255 km, altitudes entre 154 e 564 m, 83,36% da paisagem formada por relevos planos a

ondulados, rede de drenagem complexa ,média densidade de drenagem, baixa densidade de nascentes, canais fluviais retilíneos bem entalhados e sujeitos a variações de vazões instantâneas.

As principais microbacias da sub-bacia do Rio Branco do Roosevelt são Branco, Fortuna e Volta Grande, os quais abrangem 43,99, 37,98 e 13,07% da área total, respectivamente. Estas microbacias devem ser utilizadas como unidades de gestão para o planejamento do uso racional dos recursos hídricos na sub-bacia do Rio Branco do Roosevelt.

Recomenda-se a adoção de práticas de manejo conservacionistas integradas com cultivos de sistemas agroflorestais e florestais, em áreas antropizadas, e a manutenção das florestas nativas nas áreas preservadas ou conservadas, principalmente nas áreas de Neossolo Quartzarênico, para reduzir os riscos de escassez hídrica em períodos de estiagem e a suscetibilidade de enchentes a jusante da sub-bacia.

Referências

ALMEIDA, R. F. B.; FERREIRA, L. G.; BAYER, M. *Uso de imagens RapidEye para obtenção de dados hídricos e morfométricos: o caso da Bacia do Rio Coco, Tocantins, Brasil*. In: XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. abril de 2015. Disponível em: <<http://urlib.net/rep/sid.inpe.br/marte2/2015/05.31.21.54/capa.htm>>. Acesso em: 18 ago. 2019.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. *Koppen's climate classification map of Brazil*. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BELTRAME, A. V. *Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação*. Editora: UFSC, 1 ed., Florianópolis, 1994. 132p.

BRUBACHER P. J; OLIVEIRA G. G; GUASSELLI L. A. *Suscetibilidade de enchentes a partir da análise das variáveis morfométricas na bacia hidrográfica do rio dos Sinos/RS*. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Abril e maio de 2011. Disponível em: <<http://www.clickgeo.com.br/anais-xv-simposio-brasileiro-sensoriamento-remoto/>>. Acesso em: 18 ago. 2019.

CARARD R. F. *Identificação e análise da degradação ambiental no parque ecológico municipal Danilo Marques Moura em Goioerê – PR*. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016. 107 f.

CARDOSO A. C.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. *Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ*. Revista Árvore, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006.

CASTRO S. B; CARVALHO T. M. *Análise morfométrica e geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Turvo - GO, através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento*. Scientia Plena, v. 5, n. 2, p. 1-7, 2009.

COGO, N. P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R. A. *Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo*. Revista Brasileira de ciência do solo.v. 27, n. 4, p. 743-753, 2003.

DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; PAULA, R. C. *Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego Rico, São Paulo, Brasil*. Revista Engenharia Agrícola, v.25, n.1, p.115-125, 2005.

FAIRFULL, S.; WITHERIDGE, G. *Why do Fish Need to Cross the Road? Fish Passage Requirements for Waterway Crossings*. Cronulla: NSW Fisheries, 2003. 14p. Disponível em: <https://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf_file/0004/633505/Why-do-fish-need-to-cross-the-road_booklet.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2019.

FONSECA, E. L.; SILVA, E. P. *Análise fisiográfica como subsídio ao estudo da suscetibilidade erosiva em bacias hidrográficas*. ACTA Geográfica, v. 11, n. 25, p. 137-158, 2017.

FRANCA R. R. Climatologia das chuvas em Rondônia – período 1981-2011. Geografias Artigos Científicos, Belo Horizonte, v.11, n. 1, p. 44-58, 2015.

GABLER, R. E.; PETERSEN, J. F.; TRAPASSO, L. M.; SACK, D. *Physical.Fluvial processes and landforms*. In. GABLER, R. E.; PETERSEN, J. F.; TRAPASSO, L. M.; SACK, D. *Physical Geographic*. Editora: Brooks Cole, 9 ed, Belmonte. pp. 461-490, 2009.

HORTON, R.E. *Erosional development of streams and their drainage basin: Hydrophysical approach to quantitative morphology*. Geological Society of America Bulletin, v.3, n.56, p. 275-370, 1945.

HÖFIG, P.; ARAUJO-JUNIOR, C. F. *Classes de declividade do terreno e potencial para mecanização no estado do Paraná*. Coffee Science, v. 10, n. 2, p. 195-203, 2015.

HUA, Y. *Distribution of plant species richness along elevation gradient in Hubei Province, China*. International Institute for Earth System Science, Nanjing University, 2004. Disponível em: <<https://www.millenniumassessment.org/documents/bridging/papers/hua.yu.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Mapa de Biomassas e de Vegetação*. 2004. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>>. Acesso em: 25 set. 2017.

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. *Acervo fundiário*. 2018. Disponível em: <<http://acervofundiario.incra.gov.br/acervo/acv.php>>. Acesso em: 15 mai. 2018.

JOHEM, J.; BOONE, N. R. V.; SILVA, R. F. A.; LIMA, A. C. R.; VENDRUSCOLO, J.; ROSA D. M. *Caracterização morfométrica da microbacia do rio Bananeira, Rondônia*. Revista Brasileira de Ciências da Amazônia, v. 7, n. 1, p. 46-54, 2018.

KENT, K. M., WOODWARD, D. E., HOEFT, C. C., HUMPAL, A.; CERRELLI, G. *Time of Concentration*. In: United States Department of Agriculture. *PART 630 Hydrology National Engineering Handbook*. 2010. pp. 15, 1-15. Disponível em: <<https://directives.sc.egov.usda.gov/OpenNonWebContent.aspx?content=27002.wba>>. Acesso em: 18 ago. 2019.

KIRPICH, Z. P. *Time of concentration in small agricultural watersheds*. Civil Engineering, v. 10, n. 6, p. 362-370, 1940.

LIMA JÚNIOR, J. C.; VIEIRA, W. L.; MACÊDO, K. G.; SOUZA, S. A.; NASCIMENTO, F. A. L. *Determinação das características morfométricas da sub-bacia do Riacho Madeira Cortada, Quixelô, CE*. In: VII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação - Ciência Tecnologia e Inovação: ações sustentáveis para o desenvolvimento regional. Junho de 2012. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

LOLLO, J. A. *O uso da técnica de avaliação do terreno no processo de elaboração do mapeamento geotécnico: sistematização e aplicação na quadrícula de Campinas*. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995.

LONGHI, J. S. *Agrupamento e análise fitossociológica de comunidades florestais na sub-bacia hidrográfica do rio Passo Fundo, RS*. Tese (Doutor em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1997. 215f.

MOGLEN, G. E.; ELTAHIR, E. A.; BRAS, R. L. *On the sensitivity of drainage density to climate change*. Water Resources Research, v. 34, n. 4, p. 855-862, 1998.

PARVIS, M. *Drainage pattern significance in airphoto identification of soils and bedrocks*. Photogrammetric Engineering, v. 16, p. 387-408, 1950.

PIRES, J.S.R.; SANTOS, J.E. *Bacias hidrográficas: integração entre meio ambiente e desenvolvimento*. Ciência Hoje, v.19, n.10, p.4-45, 1995.

REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. São Paulo, SP: Academia Brasileira Ciências/IEA-USP, 1999. 717 p.

ROMERO, V.; FORMIGA, K. T. M.; MARCUZZO, F. F. N. *Estudo hidromorfológico de bacia hidrográfica urbana em Goiânia/GO*. Ciência e Natura, v. 39, n. 2, p. 320-340, 2017.

RONDÔNIA. *Boletim climatológico de Rondônia – 2010*. Porto Velho, RO: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental, 2012. 34 p.

RONDÔNIA. Atlas Geoambiental de Rondônia. Porto Velho RO: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental, 2002. 74p.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHINIZU, S. H. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. 92p.

SCHUMM, S. A. *Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey*. Geological Society of America bulletin, v. 67, n. 5, p. 597-646, 1956.

SILVA, Q. D. *Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão*. Presidente Prudente, São Paulo, 2012. 249f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/101458> >. Acesso em: 16 ago. 2019.

SIQUEIRA, A. S.; LA TORRE, J. J. S.; PARREIRA C. F.; VENDRUSCOLO J.; ROSA D. M.; CAVALHEIRO, W. C. S. *Caracterização morfométrica na microbacia do rio Conceição, Rondônia*. Revista Brasileira de Ciências da Amazônia, v. 7, n. 1, p. 63-71, 2018.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. *Os conceitos da bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local*. Revista Uniara, n. 20, p. 137-156. 2007.

SPANGHERO, P. E. S. F.; MELIANI, P. F.; MENDES, J. S. *Mapeamento Hidrográfico de Detalhe e Análise Morfométrica Comparativa das Bacias dos Rios Tijuípe e Tijuipinho, Litoral Sul da Bahia*. Caminhos de Geografia, v. 16, n.53, p. 101-117, 2015.

TONELLO, K.C. *Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhões, MG*. 2005. 69p. Tese

(Doutorado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

USGS – United States Geological Survey. *USGS: Science for a changing world*. 2017. Disponível em: <earthexplorer.usgs.gov>. Acesso em: jun. 2017.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. *Hidrologia aplicada*. São Paulo, Mc Graw-Hill do Brasil, 1975. 245p.

XU, M.; MA, L.; JIA, Y.; LIU, M. *Integrating the effects of latitude and altitude on the spatial differentiation of plant community diversity in a mountainous ecosystem in China*. PloS one, v. 12, n. 3, p. 1-18, 2017.

AS MARGENS DO RIO GUAPORÉ: ETNOBIOLOGIA COMO TEMA GERADOR DE CONHECIMENTO NO ENSINO MÉDIO.

Bruno Elias Rocha LOPES
Hilton Júnior LOPES

Introdução

Desde o início da escolarização, deve-se incorporar competências pedagógicas voltadas a pesquisa, pois elas atuam na construção do conhecimento do educando, tornando-o crítico, criativo, inovador e com caráter investigativo, podendo ser trabalhada em vários conteúdos e temas relevantes para a sociedade. Assim melhorando o aprendizado, pois o ambiente em sala de aula se torna dinâmico com probabilidade maior de participação dos alunos nas atividades propostas (FERNANDES, 2011).

No processo de ensino-aprendizagem, o professor deve considerar que o conhecimento do aluno está em processo de construção, devendo mobilizar o educando e utilizar metodologias adequadas, preparando o estudante na busca constante pelo conhecimento (KRÜGER, 2013).

Mediante a isso, encontra-se a perspectiva educacional Ensino por Pesquisa (EPP), mostrando-se adequada para trabalhar o diálogo de saberes, a formação integral do sujeito,

respeitando as diferenças culturais e cognitivas de cada indivíduo presente no processo, fornecendo subsídios para o desenvolvimento cognitivo social, valorizando o saber tradicional, cultural e científico da população e do educando, pois é considerado um método construtivista, onde o aluno é o sujeito ativo no processo de ensino-aprendizagem e o professor age como um agente facilitador, orientando o educando a buscar e gerar seus próprios conhecimentos. Diferentemente do método tradicional, onde o professor é um transmissor de conhecimento e não há rota dupla de aprendizagem, sendo muitas vezes a prática transmitida apenas por meio de aulas expositivas, dificultando o pensar na aplicabilidade daquele conhecimento e o aprendizado (CHAHUÁN-JIMÉNEZ, 2009; WEINTRAUB et al., 2011).

É notado que o saber tradicional não é trabalhado na escola devido a dificuldade que os professores encontram em relacioná-lo com os conteúdos curriculares, o que torna necessário o desenvolvimento de novas metodologias voltadas a perspectiva do Ensino por Pesquisa (COSTA et al., 2016), o que justifica o desenvolvimento deste trabalho.

Partindo dos pressupostos acima, considerando a importância de realizações de práticas educacionais que visam o ensino-aprendizado efetivo e sua consolidação pelo educando, este trabalho teve como objetivo desenvolver uma estratégia de ensino que utiliza como perspectiva o Ensino por Pesquisa, promovendo o diálogo de saberes entre escola-sociedade e sociedade-educando, fazendo uso do conhecimento tradicional inter-relacionado ao conhecimento científico, de modo a promover nos educandos a construção crítica e participativa no conhecimento.

Materiais e Métodos

O projeto “Margem direita do Rio Guaporé: comunidade Porto Rolim uma leitura multidisciplinar” foi realizado na comunidade quilombola Distrito de Rolim de Moura do Guaporé – RO, localizada na margem dos rios Mequéns e Guaporé. É constituído por remanescentes de quilombolas, por indígenas da etnia Wajuru, descendentes de bolivianos e outros que vieram atraídos pelo turismo de pesca do local (NUNES, 2016). Essa heterogeneidade populacional, com uma variedade de crenças e ideologias, torna esta comunidade um local ideal para aplicação de novas estratégias de ensino.

As pesquisas relacionadas a esse projeto foram realizadas em 2017, entre os meses de agosto e dezembro, pelos estudantes e professores da Escola de Ensino Médio em Tempo Integral Cândido Portinari, localizada no município de Rolim de Moura – Rondônia. Participam 45 estudantes dos 1º aos 3º anos, com idade entre 14 e 18 anos, visando diagnosticar fatores sociais, econômicos e ambientais da comunidade e desenvolveram iniciação científica, aprofundando o conhecimento técnico sobre obtenção de dados, tratamento e divulgação. Foram propostas treze linhas de pesquisa dentro das disciplinas da base comum, sendo elas: geografia, biologia, química, física, filosofia, história, língua portuguesa e língua inglesa.

Entre os temas que foram trabalhados neste projeto, encontra-se o conhecimento etnofarmacológico e etnozológico em comunidades quilombolas, com abordagem qualitativa e quantitativa, tendo como foco a perspectiva do Ensino por Pesquisa.

O projeto foi composto de quatro partes: i) levantamentos na comunidade quilombola Rolim de Moura do Guaporé – Rondônia, através de questionário semiestruturado e entrevista, sendo realizadas 23 entrevistas para cada uma das linhas, com pessoas escolhidas aleatoriamente, com o intuito dos educandos compreenderem a importância do conhecimento tradicional sobre plantas medicinais e informações sobre os animais na comunidade em questão; ii) a realização, na Escola Estadual de Ensino Médio em Tempo Integral Cândido Portinari, da tabulação dos dados e relatos das experiências adquiridas para os educandos da comunidade escolar na forma de oficina pedagógica; iii) a divulgação dos resultados para a comunidade interna e externa em evento científico, onde os educandos relataram através de apresentação oral, em forma de banner, os principais resultados desta pesquisa; iv) uma estratégia de ensino através de rodas de diálogos, onde os educandos puderam relatar suas opiniões quanto ao projeto e as perspectivas futuras, relacionando as contribuições desta estratégia de ensino com sua formação acadêmica e profissional.

Projeto Margem direita do Rio Guaporé: uma leitura multidisciplinar

O conhecimento tradicional ou local constitui um patrimônio das populações tradicionais, transmitido oralmente de geração em geração, que apresenta grande importância pela proximidade com a riqueza da biodiversidade.

A valorização destes conhecimentos contribui para uma educação popular, favorecendo a construção de um conhecimento

socializado, sendo que rejeitá-lo passa a ser encarado como menosprezo ao saber popular (SILVA, 2006). Assim, estudos e pesquisas que procuram investigar e resgatar o conhecimento tradicional, num processo de diálogo com o saber científico, são fundamentais para a valorização dessa cultura. Além de formar cidadãos críticos, capazes de valorizar o saber local junto a sua atuação no meio social.

Sendo assim, o projeto denominado Margem Direita do Rio Guaporé, visou proporcionar o diálogo de saberes, estabelecido pelo encontro e enriquecimento mútuo do conhecimento tradicional-científico com os saberes desenvolvidos na comunidade escolar, sendo a escola uma instituição cultural, vista em suas amplas possibilidades de fazer uma educação crítica e norteadora.

O etnoconhecimento: Uma comunidade quilombola para realização do projeto

As comunidades tradicionais possuem um conhecimento aprofundado do ambiente em que vivem, sendo estas constituídas principalmente de caboclos, ribeirinhos, quilombolas, indígenas, pescadores, representando uma grande fonte de informações, incluindo o saber popular.

Dentre as comunidades tradicionais, destacam-se os quilombolas, com registros, várias vezes, escassos de conhecimento tradicional, no entanto muitas dessas comunidades mantêm suas tradições, como práticas agrícolas, religiosas, técnicas de mineração, arquitetura, construção, artesanato,

culinária, relações comunitárias de uso da terra, utilização de plantas e entre outras expressões culturais (ANJOS, 2000).

A compreensão do etnoconhecimento vivido e vivenciado por comunidades quilombolas é de grande importância para a comunidade geral, incluindo o ambiente escolar, visto que estes povos apresentam estrutura sólida de valores, vida e crenças, profundamente enraizadas no seu cotidiano, o que demonstra a necessidade do uso desses conceitos no processo de ensino-aprendizagem (PEDROZA et al., 2017).

Neste sentido, o ambiente escolar torna-se um local adequado para a realização de pesquisas que visam a investigação do etnoconhecimento, integrando o conhecimento popular com o saber científico, onde estas informações podem contribuir para a manutenção do saber popular (SILVA & MARISCO, 2013).

A escolha do tema: Levantamento Etnobiológico de Fauna e Flora Medicinal

A Etnobiologia objetiva analisar a classificação das comunidades humanas sobre a natureza, em particular sobre os seres vivos presentes nela (BEGOSSI, 1993), logo sabe-se que a pesquisa está intimamente ligada ao ensino, tornando possível entender que não existe ensino sem que haja pesquisa e vice-versa, interagindo com os saberes dos educandos, das classes populares, saberes socialmente construídos na prática comunitária (FREIRE, 1996), isso enfatiza e traz relevância para técnicas de ensino e metodologias que comunguem o saber tradicional com o fazer pedagógico em sala de aula.

Essa premissa mostra-se fundamental para explorar o conteúdo da área das Ciências da Natureza, desenvolvido em sala de aula, dentro do cotidiano de uma comunidade que possui um conhecimento transmitido e acumulado de geração em geração sobre os aspectos do mundo natural.

Levantamento etnofarmacológico de plantas medicinais

Atualmente, a escola deve proporcionar um ambiente articulador do conhecimento, apresentando propósito sociocultural, com enfoque no interesse em desenvolver no aluno interpretações e visões de mundo. Sendo considerada um ambiente social, ela deve possuir projetos que objetivem um dinamismo do processo de ensino e aprendizagem, envolvendo o educando nas mais diversas e variadas formas da instrução do saber.

A utilização de temáticas que despertem o interesse do educando pelo conhecimento, que se relacionem com o cotidiano e que tragam um envolvimento social, podem desenvolver uma melhoria na qualidade do ensino, consequentemente tornando o aprendizado, por parte do educando, mais significativo e contextualizado com a sua realidade.

A perspectiva do Ensino por Pesquisa teve como enfoque, nesta estratégia de ensino, relacionar a cultura tradicional de sociedades quilombolas e indígenas com o saber científico, fazendo uso da temática de plantas medicinais, sendo este tema presente no cotidiano do educando, através de um levantamento etnofarmacológico.

A escolha de trabalhar este tema em uma comunidade quilombola, deu-se por conta dos mesmos possuírem e praticarem os costumes de seus antepassados quanto ao uso de plantas medicinais como alternativa de tratamento de seus males e segundo Barroso et al. (2010), é de grande importância a realização de levantamentos envolvendo as plantas medicinais em comunidades quilombolas, pois estas possuem vasto conhecimento sobre esta temática. Logo, este tipo de pesquisa liga-se ao resgate cultural das comunidades.

O tema etnofarmacologia foi escolhido pela sua inter-relação com as disciplinas das áreas das Ciências da Natureza, Química e Biologia, o que permite uma perspectiva interdisciplinar, também foi considerado o interesse que os estudantes tinham pela temática, pois muitos objetivam se graduar na área da saúde.

Levantamento Etnozoológico

Ao falar sobre o ensino de zoologia, as explicações sobre os animais tem relação com o abstrato, sem contextualização ou referência à realidade do educando, com isso seus conceitos não são construídos com base naquilo que sabem e com seu cotidiano, logo não fazem interações entre a zoologia expressa nos materiais didáticos e a fauna local (OLIVEIRA & SOUZA, 2014), isso acarreta em uma visão estereotipada dos animais, agregando valores ou características voltadas somente para a visão do ser humano sobre eles e não sobre seu papel na natureza.

A interação com os animais leva os educandos a vê-los como bens de consumo, algo para usufruto como alimentos, meios de transporte, usos terapêuticos ou portadores de malefícios ao ser humano. Essa visão molda as atitudes dos educandos, vendo-os como domésticos, pragas a serem eliminadas e admirá-los em gaiolas, mostrando uma visão onde o ser humano é tido como superior e os seres vivos devem ser usados para satisfazerem as suas vontades. O que torna relevante o questionamento da ideia do ser humano como o ápice da evolução e não um ser vivo como os outros (SANTOS, 2000), isso concorda com Alves e Souto (2010, p. 23) quando dizem que a variedade de interações (passadas e atuais) que as culturas humanas estabelecem com os animais tem sua abordagem realizada pela perspectiva da Etnozoologia, uma ciência que possui raízes remotas, considerando a relação antiga entre os seres humanos e outros animais.

Uma estratégia de ensino que relacione o conteúdo em sala de aula com a realidade de uma comunidade tradicional, mostra-se relevante, não somente por situar-se na região Amazônica, mas conecta o estudo de zoologia com a riqueza da fauna local, mediada por pessoas que tem contato direto com esses animais no seu cotidiano e os locais onde se encontram.

A escolha deste tema foi realizada a partir da relevância da fauna Amazônica perante a uma perspectiva mundial, logo a importância de conhecê-la e como se relaciona *in loco* com comunidades que possuem um modo de vida fundamentado em conhecimentos tradicionais e costumes transmitidos de geração a geração. Foi considerada também a predileção dos estudantes pelo tema, pois tinham contato e fascínio pelo mundo natural,

além do interesse em entender como é feita uma pesquisa, suas etapas e os processos.

O presente estudo realizou um inventário dos vertebrados, animais do Filo Chordata, encontrados na região, a partir do diálogo entre os estudantes e a comunidade, pois uma prática docente adequada ao ensino das Ciências da Natureza deve ampliar o universo de conhecimentos do aluno, relacionados ao saber científico e também auxiliá-lo ao questionar e ampliar os conhecimentos ditos populares (BAPTISTA & EL-HANI,2006), distanciando assim os educandos do paradigma causado pela estereotipação dos animais perante os seres humanos, mostrando a sua importância na natureza, a variedade de espécies existentes na região e o contato com as pessoas da comunidade local.

A divulgação dos resultados: Comunidade interna e externa

Para a comunidade, a divulgação dos resultados obtidos possui relevância, principalmente quando está relacionada a estratégias de aprendizagem envolvendo o Ensino por Pesquisa, sendo que o conhecimento adquirido pelo educando através de pesquisas deve ser transmitido para comunidade e não apenas para si próprio, pois torna-se um conhecimento sem âmbito social.

A divulgação do conhecimento e das informações adquiridas na comunidade quilombola, se deu por duas formas: oficina pedagógica e apresentação oral.

As oficinas pedagógicas são situações de ensino e aprendizagem por natureza abertas e dinâmicas, que se revelam essenciais no caso da escola pública – instituição que acolhe indivíduos oriundos dos meios populares, cuja cultura precisa ser valorizada para que se entabulem as necessárias articulações entre os saberes populares e científicos ensinados na escola (MOITA & ANDRADE, 2006).

Assim, as oficinas pedagógicas são exemplos de atividades que proporcionam aprendizagens oriundas da interação entre teoria e prática. Logo, a oficina, representa uma atividade prática onde se trabalha com resolução de problemas, que leva em consideração os conhecimentos teóricos e práticos dos alunos (MARCONDES, 2008).

Nesta perspectiva, a oficina pedagógica sobre plantas medicinais, relacionada com o conhecimento popular, propiciou a valorização de saberes tradicionais, sendo realizada pelos educandos-pesquisadores que participaram do projeto. Essas oficinas possuíram um enfoque na transmissão dos resultados para os demais alunos da escola, relacionando os conhecimentos adquiridos na comunidade, após a pesquisa etnofarmacológica, com os conteúdos de química ministrados, discutindo em sala de aula a importância da preservação da biodiversidade, métodos de extração de princípios ativos presentes em plantas, identificação de grupos funcionais orgânicos e a sua relação com a atividade terapêutica e toxicidade das plantas.

Na apresentação oral foram divulgados os resultados da pesquisa, relatando os principais dados coletados no levantamento etnofarmacológico realizado na comunidade de Porto Rolim de Moura do Guaporé. Foram realizadas duas

apresentações, sendo uma em projeto interno, denominado Feira do Conhecimento e a outra em um evento externo, onde os educandos relataram as principais plantas citadas na pesquisa, suas ações terapêuticas, partes utilizadas e modo de preparo, relatando a importância da preservação do conhecimento tradicional.

O resultado revelou a biodiversidade de vertebrados existentes na região, através de uma lista de espécies e dados sobre sua ecologia. Eles foram discutidos e analisados pelos alunos e professores envolvidos, ao longo das aulas e fora do horário de aula. Foram realizadas classificações taxonômicas dos animais e análises das informações sobre seu habitat e o período de atividade. Em seguida, um novo levantamento bibliográfico foi feito para produção científica.

As informações levantadas ao longo da pesquisa, foram utilizadas na elaboração de banners e painéis para apresentações em eventos científicos sobre biodiversidade e meio ambiente. Também foram apresentados em um evento interno realizado pela escola. Foi apresentada a lista de espécies de cada grupo de vertebrados pesquisados (peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos), bem como a divulgação do número de encontros por período do dia de cada espécie citada e da taxa de encontro por local.

No tocante ao aprendizado, nesta estratégia de ensino destacou-se o desenvolvimento pessoal e o conhecimento científico, observando que a participação dos educandos nos eventos contribui para uma formação acadêmica, mesmo no Ensino Médio, mais sólida e segura na sociedade, além de servir

como complemento às atividades educacionais e ao conhecimento adquirido em sala de aula.

O ensino-aprendizagem através do Ensino por Pesquisa: Relato dos estudantes

Após a realização dos trabalhos em campo, construção de banners e realização de apresentações, foi pedido aos estudantes que elaborassem relatórios de experiências, contando as suas impressões sobre o desenvolvimento da metodologia.

O aluno J citou em seu relatório:

Participar deste projeto sem dúvidas foi de grande relevância para meus estudos. É evidente que minha visão de mundo foi aprimorada pelo fato de estar em um ambiente, que de certa forma, não partilha das oportunidades que pessoas urbanas possuem e muito menos das necessidades básicas que uma comunidade deve ter. Sendo a Biologia a minha disciplina preferida, foi de grande prestígio estar realizando uma pesquisa na qual eu tenho pleno interesse. (Relatório da expedição científica, aluno J, novembro de 2017).

Em um primeiro momento, o aluno relata a importância que a pesquisa teve para seu aprendizado, onde o mesmo esclarece como “grande relevância” a metodologia aplicada.

Em seguida, é possível notar que a metodologia não se relacionou apenas com a aprendizagem de conteúdos trabalhados em aula, mas permitiu ao aluno fazer um paralelo entre o meio

social em que vive e uma comunidade tradicional ao citar “minha visão de mundo”, onde permitiu que o mesmo observasse características sociais, modos de vida e relatos aos quais não estava habituado.

Logo após, ele reforça a importância que a metodologia teve ao citar que foi um “grande prestígio” realizar a pesquisa, pois o mesmo expõe a sua predileção pela disciplina envolvida e atividades relacionadas a ela.

Em um outro trecho ele relata:

Portanto, além de mais um peso para meu currículo, foi de grande relevância para mim como cidadão e pesquisador, logo creio que o projeto me rendeu grandes frutos e provavelmente continuarão me rendendo.

Observa-se neste trecho que o educando reconhece a contribuição que a pesquisa científica tem em sua formação ao classificá-la como “de grande relevância” e ao citar “que o projeto me rendeu grandes frutos”, além de expor um entusiasmo com a realização de pesquisas científicas, também revela a predisposição em continuar a desenvolver a pesquisa, onde cita “logo creio que o projeto me rendeu grandes frutos e provavelmente continuarão me rendendo”.

A aluna F relata que “A ida em campo foi uma experiência incrível que complementou o que eu tinha visto na teoria”, observa-se que este método realizou uma ponte entre os conteúdos trabalhados em sala e o saber tradicional, gerando uma aprendizagem menos abstrata e distante do aluno, permitindo que o conteúdo em sala de aula tenha maior significado em sua

aprendizagem, aproximando-o da realidade. Isso pode ser observado também no relato feito pela aluna L onde diz: “Ao participar do projeto Plantas Medicinais pude ter mais afinidade com o assunto, pois aprendi que existe uma diversidade de plantas e que cada uma tem uma função na medicina popular”.

A aluna F também cita que “Através da pesquisa aprendi como são colhidos os dados, se encontra nomes científicos e se monta uma tabela para levantamento Etnozoológico”, logo o Ensino por Pesquisa, também se relaciona com a iniciação científica. Comprovando que uma prática de campo se diferencia de uma excursão, onde apenas é observado *in loco* o que já foi visto nas gravuras em livros ou vídeos em sala de aula, não havendo interação com a construção de novas informações ou geração de dados, mas que ela expande o universo de conhecimentos do aluno, desenvolvendo habilidades inerentes a uma pesquisa com fins acadêmicos, preparando-o, já no Ensino Médio, para o ingresso em uma instituição de ensino superior, onde a pesquisa é uma prática corriqueira.

A aluna L cita em seu relato:

Com esse projeto eu pude ter mais conhecimento, espero que projetos de busca por conhecimento sempre tenha pois para nós alunos é muito bom poder aprender cada vez mais, principalmente quando se trata de natureza. (Relatório da expedição científica, aluna L, novembro de 2017)

A partir desse relato, nota-se a importância e a necessidade de metodologias de ensino voltadas a pesquisa, pois é um método que extrapola as barreiras da sala de aula tradicional, observa-se na fala da aluna uma ansiedade por esse tipo de técnica quando cita “espero que projetos de busca por conhecimento

sempre tenha pois para nós alunos” mostrando que a prática de campo com finalidade de pesquisa é algo inovador e pouco utilizada, expondo a carência da aplicação desse tipo de método.

Em seus relatos, o aluno J cita que "o professor Me. B, nos auxiliou com brilhante maestria, sanando nossas dúvidas” já a aluna F diz que “O professor Mestre B foi um ótimo orientador. Permaneceu presente em toda a pesquisa sanando as dúvidas e denotando onde deveríamos melhorar para obter um ótimo resultado na pesquisa.” A Aluna L cita em seu relato “Gostei muito de poder estar com quase todos os alunos e professores, pude perceber que todos que estavam lá estava totalmente dedicado ao que fazia”, logo nota-se o papel que o professor teve no processo de ensino-aprendizagem propiciado por essa metodologia, onde o mesmo assume o papel de mediador entre o aluno e o desenvolvimento da pesquisa, sanando as dificuldades e auxiliando-os a encontrarem as soluções, o que revela a importância do papel do professor na construção do conhecimento e da pesquisa realizada pelo aluno, atuando como mediador.

Considerações Finais

Ensinar por pesquisa se revelou uma ferramenta eficaz, pois aproxima o aluno de conteúdos que antes eram apenas presentes em suas abstrações. Observar uma comunidade tradicional, com seus costumes e sua forma de se relacionar com a natureza, levou os estudantes a uma nova realidade e uma nova visão sobre como o ser humano pode se relacionar com a natureza, interagir com ela e o seu contato.

O contato com a pesquisa mostrou-se eficaz, não só na aplicação e fundamentação do conhecimento obtido em sala de aula, mas no desenvolvimento de habilidades relacionadas ao da pesquisa e iniciação científica; como análise de dados, elaboração de uma metodologia que se aplique a uma pesquisa, construção de um texto científico, relação dos conteúdos de sala de aula com o cotidiano, observação da aplicação de conhecimento empírico e relacioná-lo com o conhecimento científico; observando-se que os alunos demonstraram interesse em realizar as atividades e em continuá-las.

Nota-se que é possível comunicar o conhecimento adquirido em sala de aula com saberes tradicionais, através de uma técnica de ensino que enfatize a pesquisa, para gerar conhecimento e aprendizado, mesmo esses universos sendo aparentemente tão distantes.

Referências

ALVES, R.R.N.; SOUTO, W.M.S. *Etnozoologia: conceitos, considerações históricas e importância*. In: ALVES, R.R.N.; SOUTO, W.M.S.; MOURÃO, J.S. (Org.). *A etnozologia no Brasil: importância, status atual e perspectivas*. Recife: NUPEA, 2010, p. 21-40.

BAPTISTA, G. C. S.; EL-HANI, C. N. *Ensino de ciências: pesquisas e reflexões*. Ribeirão Preto, Holos Editora, p. 84-96, 2006.

BARROSO, R. M.; REIS, A.; HANAZAKI, N. *Etnoecologia e etnobotânica da palmeira juçara (Euterpe edulisMartius) em comunidades quilombolas do Vale do Ribeira, São Paulo*. Acta botanicabrasilica, v. 24, n. 2, p. 518-528, 2010.

BEGOSSI, A. *Ecologia humana: um enfoque das relações homem-ambiente*. Interciência, v. 18, n. 3, p. 121-132, 1993.

CHAHUÁN-JIMÉNEZ, K. *Evaluación cualitativa y gestión del conocimiento*. Educación y Educadores, Cundinamarca, v. 12, n. 3, 2009.

DA COSTA, P. G.; OBARA, A. T.; SUZUKI, H. I.; TAKEMOTO, R. M.; RIVA, P. B. *Diálogo de saberes tradicionais e científicos na escola: concepções de professores da educação básica*. VI Enebio e VIII Erebio Regional 3SBEnBio - Revista da SBEnBio – n. 9, 2016.

DOS ANJOS, R. S. A. *Territórios das comunidades remanescentes de antigos quilombos no Brasil: primeira configuração espacial*. Rafael Sanzio, 2000.

FERNANDES, C. C. M. *A pesquisa em sala de aula como instrumento pedagógico: considerações para sua inclusão na prática pedagógica*. Diálogos Educ. R., Campo Grande, v. 2, n. 2, p. 74-82, 2011.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática docente*. Paz e Terra, São Paulo, p. 147, 1996.

KRÜGER, L. M. *Método Tradicional e Método Construtivista de Ensino no Processo de Aprendizagem: uma investigação com os*

acadêmicos da disciplina Contabilidade III do curso de Ciências Contábeis da Universidade Federal de Santa Catarina. 2013. Dissertação (Mestrado em Contabilidade), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MARCONDES, M. E. R. *Proposições metodológicas para o ensino de Química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania.* Em *Extensão*, Uberlândia, v. 7, n. 1, 2008.

MOITA, F. M. G. S. C.; ANDRADE, F. C. B. *O saber de mão em mão: a oficina pedagógica como dispositivo para a formação docente e a construção do conhecimento na escola pública.* Reunião Anual da ANPED, v. 29, p. 16, 2006.

NUNES, R. O. *Prospecção etnofarmacológica de plantas medicinais utilizadas pela população remanescente de quilombolas de Rolim de Moura do Guaporé.* 2016. Tese. (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

OLIVEIRA, L. S.; SOUZA, M. L. de. *Articulando o ensino de zoologia com a etnozooologia: análise de uma proposta educativa com estudantes do ensino fundamental.* Revista da SBEnBIO, n. 7, 2014.

PEDROZA, M. S. CARVALHO, C. S. M.; SANCHEZ, C. T.; SILVA I. O. *Conhecimento etnobiológico sobre o uso de plantas medicinais e ensino de biologia: aproximações iniciais.* Lat. Am. J. Sci. Educ. 4, 22072, 2017.

RODRIGUES, A. G.; ANDRADE, F.; COELHO, F.M.G. *Plantas medicinais e aromáticas: etnoecologia e etnofarmacologia*. Viçosa; Universidade Federal de Viçosa; 2002. 320 p.

SANTOS, L. H. S. *Tem alguma utilidade estudar a utilidade dos seres vivos*. Biologia Dentro e Fora da Escola. Porto Alegre, UFRGS, 2000.

SILVA, M. C. *Conhecimento científico e o saber popular sobre os moluscos nos terreiros de Candomblé de Recife e Olinda, estado de Pernambuco, 2006*. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

SILVA, T. S. S.; MARISCO, G. *Conhecimento etnobotânico dos alunos de uma escola pública no município de Vitória da Conquista/BA sobre plantas medicinais*. Revista de Biologia e Farmácia, Campina Grande v. 9, n. 2, p. 62-73, 2013.

WEINTRAUB, M.; HAWLITSCHKE, P.; JOÃO, S. M. A. *Jogo educacional sobre avaliação em fisioterapia: uma nova abordagem acadêmica*. Fisioterapia e Pesquisa. São Paulo, v. 18, n.3, p. 280-286, jul./set. 2011.

REGISTRO DA AVIFAUNA NO DISTRITO DE ROLIM DE MOURA DO GUAPORÉ - RONDÔNIA

Mariza de Lima SCHIAVI
Leandro Pereira da SILVA
Larissa Gabriela de Araújo GOEBEL
Katiele de Jesus SACOMAN
Iracylene Pinheiro SILVEIRA

Introdução

No território brasileiro, de acordo com o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos - CBRO (2014) existem 1.901 espécies de aves registradas. Paulatinamente, a atuação de profissionais, o apoio de novos pesquisadores e o uso da tecnologia fortalecem a tendência de crescimento na identificação e registros de novas espécies de aves no Brasil.

As aves apresentam funções ecológicas importantes, como: Polinização; Controle de populações, principalmente da Classe Insecta, mantendo o equilíbrio das cadeias tróficas no ecossistema; Dispersoras de sementes, auxiliando na diversidade vegetal e na regeneração das florestas; Indicadoras de qualidade do meio natural, pois algumas espécies tornam-se sensíveis a degradações ambientais (CIAMBELLI; DELICIO, 2008).

Mesmo com a descoberta de novas espécies de aves aumentando anualmente, o risco de perder espécies já registradas

é consideravelmente grande, pois, devido ao desmatamento desenfreado nos biomas brasileiros, muitas espécies de aves correm grandes riscos de desaparecerem da natureza. A substituição das florestas por pastagens e plantações e o avanço das grandes cidades são as principais responsáveis (DEVELEY *et al.*, 2018).

As aves brasileiras sofrem com ações intermediadas pelo homem, provocando a extinção de espécies em uma determinada região e até mesmo em todo ecossistema natural ou ocasionar adaptações para que consigam se desenvolver bem em ambientes antropizados (MARINI; GARCIA, 2005).

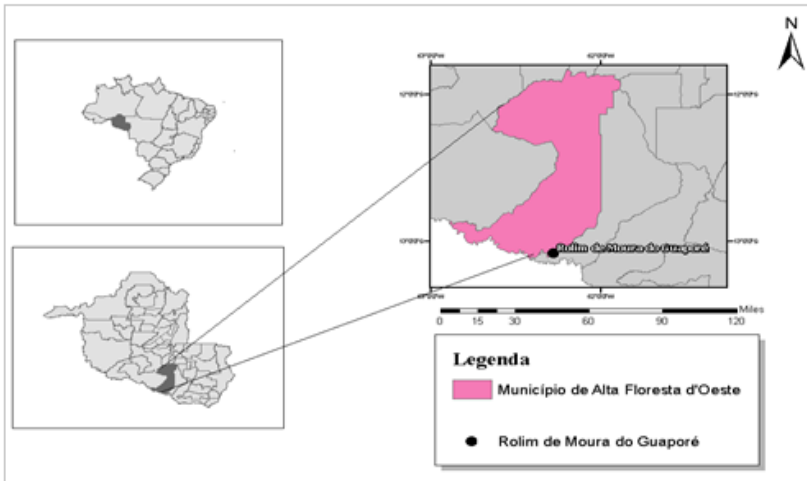
As aves generalistas se desenvolvem bem em áreas antropizadas, porém a abundância de espécies especialistas decai. As aves migratórias geralmente necessitam de áreas maiores e mais conservadas, e podem habitar biomas e até mesmo países diferentes (NETO *et al.*, 1998).

Devido a pouca produção científica sobre a avifauna da região, objetivou-se com esse estudo registrar as espécies de aves existentes na área urbana do povoado às margens do rio Mequéns no distrito de Rolim de Moura do Guaporé, em Alta Floresta d'Oeste, por meio de observação direta (DEVELEY *et al.*, 2013), contribuindo assim para a ornitologia na parte leste do Estado de Rondônia.

Material e Métodos

O distrito de Rolim de Moura do Guaporé ($13^{\circ}05'04.7''S$ $62^{\circ}16'33.4''W$) é um dos seis distritos do município de Alta Floresta d'Oeste no Estado de Rondônia (Figura 1). A área encontra-se localizada cerca de oito quilômetros do Porto Rolim e está situada na divisa com a Bolívia, distante 200 quilômetros da sede do município. Possui um pequeno núcleo populacional com cerca de 800 habitantes, formado por uma população diversificada: quilombolas, indígenas, ribeirinhos e extrativistas (JUNIOR, et al., 2018).

Figura 1 – Localização da área de estudo, no distrito de Rolim de Moura do Guaporé, Alta Floresta d'Oeste, Estado de Rondônia.



Fonte: Produzido por Larissa Goebel.

O clima predominante no Estado de Rondônia é do tipo tropical, úmido e quente. A média climatológica da temperatura do ar durante os meses mais frios é de 18°C e nos meses mais quentes é de 30°C. A temperatura média anual fica em torno de 24°C e 26°C. A precipitação média anual é em torno de 1.400 a 2.500mm. A vegetação do estado é conhecida pela grande diversidade de espécies, pois essa região congrega três importantes biomas: Floresta Amazônica, Ambientes Alagáveis e Cerrado (FERNANDES; GUIMARÃES, 2002).

Para a pesquisa utilizou-se a metodologia qualitativa de observação direta (DEVELEY et al., 2013), onde os dados são coletados de maneira aleatória dentro da área de estudo, os registros fotográficos aconteceram com o auxílio de uma câmera fotográfica digital Fuji-film – modelo FinePix S4500, Zoom 30x. A coleta de dados foi realizada nos dias 15 e 16 de novembro de 2018. Para a obtenção de dados foram considerados os registros obtidos na área urbana da comunidade, entre as 07:00h e 17:00h, pois segundo Sigrist (2014), o melhor horário para realizar a observação de aves é pela manhã e no final do dia. Foram realizadas seis horas de amostragem.

As espécies foram identificadas com auxílio de guia de identificação de aves (MORRISON *et al.*, 2008; SOUZA *et al.*, 2008; QUINALHA *et al.*, 2011; SANTOS, 2014; FARIAS *et al.*, 2015) e Plataforma Wikiaves. Destaca-se que os registros foram identificados até nível de espécie e classificados de acordo com seu nível de ameaça (ICMBIO, 2018; IUCN, 2018).

Resultados e Discussão

Durante a observação direta foram fotografadas e identificadas 17 espécies de aves pertencentes a 7 ordens, 12 famílias (Tabela 1) e 5 guildas alimentares diferentes. (Tabela 2).

Tabela 1. Espécies de aves fotografadas em Rolim de Moura do Guaporé, classificação nas listas de ameaça (ICMBIO, 2018; IUCN, 2018): LC (Pouco preocupante); DD (Dados Deficientes).

ORDEM/FAMÍLIA/ESPÉCIE	NOME POPULAR	GRAU DE AMEAÇA	
		BR	IUCN

Cathartiformes

Cathartidae

<i>Cathartes burrovianus</i>	Urubu-de-cabeça-amarela	LC	LC
<i>Coragyps atratus</i>	Urubu-de-cabeça-preta	LC	LC

Charadriiformes

Charadriidae

<i>Vanellus chilensis</i>	Quero-quero	LC	LC
---------------------------	-------------	----	----

Sternidae

<i>Phaetusa simplex</i>	Trinta-réis-grande	LC	LC
-------------------------	--------------------	----	----

Cuculiformes

Cuculidae

<i>Crotophaga ani</i>	Anu-preto	LC	LC
-----------------------	-----------	----	----

<i>Guira guira</i>	Anu-branco	LC	LC
--------------------	------------	----	----

Passeriformes

Hirundinidae

<i>Progne chalybea</i>	Andorinha-doméstica-grande	LC	LC
------------------------	----------------------------	----	----

<i>Tachycineta albiventer</i>	Andorinha-do-rio	LC	LC
-------------------------------	------------------	----	----

Icteridae

<i>Cacicus cela</i>	Xexéu	LC	LC
---------------------	-------	----	----

Thraupidae

<i>Paroaria cervicalis</i>	Pardal-da-Bolívia	-	DD
----------------------------	-------------------	---	----

<i>Ramphocelus carbo</i>	Pipira-vermelha	LC	LC
Tyrannidae			
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Suiriri	LC	LC

Pelecaniformes

Ardeidae

<i>Ardea cocoi</i>	Garça-moura	LC	LC
--------------------	-------------	----	----

Psittaciformes

Psittacidae

<i>Ara ararauna</i>	Arara-canindé	LC	LC
<i>Brotogeris chiriri</i>	Periquito-de-encontro-amarelo	LC	LC

Suliformes

Anhingidae

<i>Anhinga anhinga</i>	Biguatinga	LC	LC
------------------------	------------	----	----

Phalacrocoracidae

Tabela 2. Espécies de aves fotografadas em Rolim de Moura do Guaporé e guilda alimentar.

ESPÉCIE	GUILDA ALIMENTAR
<i>C. burrovianus</i>	Detritívoro
<i>C. atratus</i>	Detritívoro
<i>V. chilensis</i>	Insetívoro
<i>P. simplex</i>	Piscívora
<i>C. ani</i>	Insetívoro
<i>G. guira</i>	Insetívoro
<i>P. chalybea</i>	Insetívoro
<i>T. albiventer</i>	Insetívoro
<i>C. cela</i>	Onívoro
<i>P. cervicalis</i>	Onívoro
<i>R. carbo</i>	Onívoro
<i>T. melancholicus</i>	Onívoro
<i>A. cocoi</i>	Piscívora
<i>A. ararauna</i>	Frugívoro

<i>B. chiriri</i>	Frugívoro
<i>A. anhinga</i>	Piscívora
<i>N. brasiliensis</i>	Piscívora

Dentre as ordens identificadas, a ordem Passeriforme apresentou maior riqueza, totalizando seis espécies. Isso acontece devido ao fato desses indivíduos apresentarem menor sensibilidade à variação de ambientes, tornando-se mais fácil detectar sua presença em locais variados, com ou sem interferência humana (RAMOS et al., 2011).

Em uma pesquisa de etnoconhecimento realizado por Sguissardi e Nunes (2009) no distrito de Rolim de Moura do Guaporé, onde foram entrevistadas 50 pessoas, os autores obtiveram uma riqueza de 87 espécies, enquanto na presente pesquisa, a riqueza foi de 17 espécies, sendo que quatro delas, *P. simplex*, *T. melancholicus*, *A. cocoi* e *A. anhinga*, estão sendo registradas pela primeira vez.

Entre as aves encontradas, foram registradas a presença das espécies *A. anhinga* e *N. brasiliensis* que são comumente encontradas em rios, pois se alimentam de peixes. Souza et al., (2008) caracterizam a espécie *A. anhinga* por sua preferência por locais com florestas, enquanto a espécie *N. brasiliensis* pode ser encontrada em rios, lagos, manguezais, entre outros habitats. O rio Mequéns possui áreas específicas de pesca proibida, de acordo com Brasil (2007), baseado em outros rios em que a pesca é proibida, esses rios retêm vasta riqueza em ictiofauna, o que explica o encontro dessas espécies.

Foi observado também a espécie *A. cocoi* em vegetações composta por gramíneas altas na margem do rio, outra espécie piscívora encontrada foi a *P. simplex*, Morrison (2008) as destacam como espécies que habitam as bordas de rios devido à alimentação composta por peixes.

Quinalha et al., (2011) relatam que a espécies *G. guira* (Figura 2a) e *C. ani* apresentam preferência por locais de agricultura, essencialmente associado a criação de bovinos. O encontro com essas espécies em Rolim de Moura de Guaporé deu-se por conta da substituição da vegetação primária por pastagens nas proximidades da área urbana, pois a mesma fornece abrigo para artrópodes, que fazem parte da alimentação dessas espécies.

De acordo com De Luca et al., (2009) o *V. chilensis* (Figura 2b) alimenta-se de pequenos vertebrados, como os anfíbios, e de invertebrados, como artrópodes, moluscos e minhocas, isso explica o encontro com essa espécie em área de pastagem. As espécies *T. albiventer* e a *P. chalybea* são aves encontradas em ambientes antropizados e com presença de rio, ambas têm como principal fonte de alimento artrópodes da Classe Insecta, são espécies migratórias encontradas na região, devido à área popularizada e a presença do rio, encontraram hábitat propício para sua sobrevivência (SOUZA et al., 2008; FARIAS et al., 2015).

O *C. cela* (Figura 2c) se alimenta de artrópodes, porém, também possui uma dieta composta de frutos e sementes, o local onde aconteceu o registro dessa espécie possui área antropizada com presença de espécies frutíferas, onde, de acordo com Quinalha et al., (2011), essa ave encontra abrigo e alimento.

A *T. melancholicus* pode ser encontrada em diversos ambientes e se alimenta de insetos e frutos (TAVARES; SICILIANO 2011). O fato dessa espécie ser generalista ajuda no sucesso do desenvolvimento dela nessa região, pois encontra alimento e locais propícios para se reproduzir. O registro da *P. cervicalis* (Figura 2d), pode ter sido motivado pela presença do rio Mequéns, pois essa espécie apresenta preferência por locais próximos a rios, podem ser vistos com mais frequência em mata ciliar (SILVEIRA, 2012).

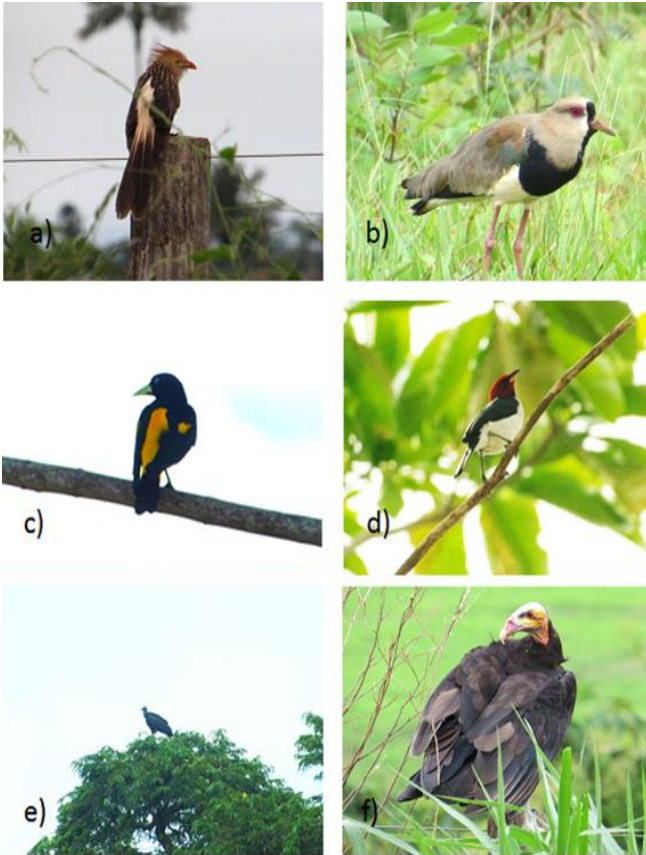
Ao redor da área urbana é notória a substituição de floresta primária por secundária, logo, a utilização destas áreas por *R. carbo* pode ser resultante das ações antrópicas, pois segundo Silva (1980), esta espécie possui adaptabilidade de sobreviver em ambientes com vegetação secundária, podendo ter como alimento as infrutescências provenientes da embaúba (*Cecropia* sp.), espécie vegetal pioneira no estágio secundário de sucessão.

Segundo Quinalha et al., (2011), o *B. chiriri* é comumente encontrado em ambientes com presença de atividades humanas, e sua alimentação se baseia em frutos, flores e néctar. Além dessa espécie, foi registrado a presença da *A. ararauna*, espécie citada por Souza et al., (2008) que é considerada indicadora de qualidade de ambiente, dessa forma, podemos inferir que apesar da presença de atividades humanas, essa região ainda se mantém adequada para o desenvolvimento dessa espécie.

O *C. atratus* (Figura 2e) e o *C. burrovianus* (Figura 2f), foram encontrados na área urbana da comunidade, isso pode ser explicado pelo fato dessas aves apresentarem preferência por áreas abertas e bordas de florestas. Essas espécies apresentam hábito alimentar detritívoro, associada à presença de restos de

matéria orgânica em ambientes povoados (SAZIMA, 2007; SOUZA et al., 2008), como é o caso da área urbana estudada.

Figura 2 – Mosaico: a) *G. guira*. b) *V. chilensis*. c) *C. cela*. d) *P. cervicalis*. e) *C. atratus*. f) *C. burrovianus*.



Fonte: **a,b,f:** Marília de Lima Schiavi; **c,e:** Leandro Pereira da Silva.
d: Mariza de Lima Schiavi.

Conclusões

Apesar das atividades desenvolvidas pelo homem na área amostrada do distrito, foi registrada uma diversidade da avifauna, isso ocorre também pela existência de extensas áreas preservadas próximo a comunidade e ao longo do Rio Mequéns. Com os dados obtidos, é possível inferir que o distrito de Rolim de Moura do Guaporé apresenta importante riqueza em avifauna. Os registros aqui relatados são de grande relevância para a região, pois expõe quatro espécies que ainda não haviam sido registradas cientificamente nesse distrito.

Agradecimentos

Agradecemos a Dr^a. Nubia Deborah Araujo Caramello pelo convite a participar do grandioso projeto. Aos moradores locais pelo acolhimento e confiança. Nossos familiares pelo apoio, a Marília de Lima Schiavi por contribuir com algumas imagens e ao Biólogo Glauko Correa da Silva por indicar bibliografias e auxiliar na escrita.

Referências

BRASIL DAS ÁGUAS - SETE RIOS. *Projeto das águas - sete rios*. Brasília – DF, Brasil. p.53. 2007. [on-line]. Disponível em: http://brasildasaguas.com.br/wp-content/uploads/sites/4/2013/05/Rio-Verde_Relatorio.pdf. Acesso em: 14 dez. 2018.

CBRO, COMITÊ BRASIEIRO DE REGISTROS ORNINTOLÓGICOS. *Listas das aves brasileiras*, Florianópolis, SC, Brasil 11ª Edição. 2014. [on-line]. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/>. Acesso em: 03 dez. 2018.

CIAMBELLI, C. P.; DELICIO, H. C.. *Levantamento de aves e sua contribuição para a recuperação da Floresta Estadual de Botucatu – Botucatu/SP*. Monografia (obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas) Universidade Federal Paulista. Botucatu – SP. p. 01. 2008. [on-line]. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/118677/ciambelli_cp_tcc_bot.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 05 dez. 2018.

De LUCA, A. C.; DEVELLEY, P. F.; RUGGIERO, P.. *Aves da Mata Atlântica do Nordeste*. SAVE Brasil, São Paulo, SP, Brasil. Dezembro de 2009. [on-line]. Disponível em: <http://www.savebrasil.org.br/wp-content/uploads/2013/11/Guia-Aves-da-Mata-Atlantica-do-Nordeste.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2018.

DEVELEY, P. F.; OLMOS, F.; CAVARZERE, V.. *O Brasil e suas aves*. *Scientific American* Brasil. São Paulo, SP, Brasil. 2018. [on-line]. Disponível em: <http://sciam.uol.com.br/o-brasil-e-suas-aves/>. Acesso em: 09 dez. 2018.

DEVELEY, P. F.; RENNÓ, B.; ALVES, F.; PONGILUPPI, T.; SUZUKI, O.. *Monitoramento da Avifauna da Bacia do Rio das Pedras, Rio Claro, RJ*. Rio de Janeiro, JR, Brasil. Junho de 2013. [on-line]. Disponível em:

<http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/images/Monit.%20Avifauna.pdf>. Acessado em: 19 jun. 2019.

FARIAS, F. B.; SERAFINE, P. P.; PALUDO, D.; CORREIA, E. C.; SOUZA JUNIOR, S.. *Aves da estação ecológica de Carijós*. ICMBio. pp. 08-239. Jurerê, SC, Brasil. 2015. [on-line]. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/DCOM_Guia_d_e_Aves_da_ESEC_Carij%C3%B3s_web_comp.pdf. Acesso em: 12 dez. 2018.

FERNANDES, L. C.; GUIMARÃES, S. C. P.. (Coord.). *Atlas Geoambiental de Rondônia*. 2. ed. SEDAM. Porto Velho, RO, Brasil. 2002. [on-line]. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/110424383/Atlas-Geoambiental-de-Rondonia>. Acesso em: 08 dez. 2018.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBio. *Sumário Executivo – Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção*. 2018. [on-line]. Disponível em: http://icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/livro_vermelho_2018_vol1.pdf. Acesso em: 31 mar. 2019.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE – IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Janeiro de 2018. [on-line]. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/>. Acesso em: 08 dez. 2018.

JUNIOR, C. K.; VITÓRIA, V.; VIEIRA, W.; CARMELLO, N.. *Ensaio do perfil socioeconômico da comunidade de Rolim de Moura do Guaporé – Rondônia*. Anais do X Seminário Temático da Rede Internacional CASLA-CEPIAL. UNIR. Porto Velho, RO, Brasil. 2018. [on-line]. Disponível em: <https://even3.blob.core.windows.net/anais/80827.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2019.

MARINI, M. A.; GARCIA, F. I.. *Conservação de aves no Brasil*. Megadiversidade. v. 1, n°. 1, p. 96. Brasília, DF, Brasil. Julho de 2005. [on-line]. Disponível em: <https://www.docsity.com/pt/artigo-conservacao-das-aves-no-brasil/4723310/>. Acesso em: 11 dez. 2018.

MORRISON, R. I. G.; SERRANA, I. L.; ANTAS, P. T. Z.; ROOZ, K.. *Aves migratórias do Pantanal*. WWF-Brasil. Pantanal Mato-grossense, pp. 28-76. MT, Brasil. Novembro de 2008. [on-line]. Disponível em: http://assets.wwfbr.panda.org/downloads/aves_migratorias_portugues_2_internet.pdf. Acesso em: 12 dez. 2018.

NETO, S. D.; VENTURIN, N.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; COSTA, F. A. F.. *Avifauna de 4 fisionomias florestais de pequeno tamanho (5-8 ha) no Campus da UFA*. Revista Brasileira de Biologia. p. 464. Lavras, MG, Brasil. 08 de Agosto de 1998. [on-line]. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbbio/v58n3/4573.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2018.

QUINALHA, M. M.; CARVALHO, R. S. O.; RAMOS, S. G.; CHECON, C. T.; UBAID, F. K.; UIEDA, V. S.; NISHIDA, S. M.. *Que bichos moram no Jardim Botânico do I.B?* UNESP –

PROEX. 2011. [on-line]. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/24536557/guia-de-aves-jb-out-2011->. Acesso em: 12 dez. 2018.

RAMOS, C. C. O.; JÚNIOR, D. P. L.; ZAWADZKI, C. H.; BENEDITO, E.. *A biologia e a ecologia das aves é um fator importante para explicar a frequência de atropelamentos? Neotropical Biology and Conservation*. p. 209-210, Maringá, PA, Brasil. Dezembro de 2011. [on-line]. Disponível em: https://www.academia.edu/28053666/A_biologia_e_a_ecologia_das_aves_%C3%A9_um_fator_importante_para_explicar_a_frequ%C3%Aancia_de_atropelamentos. Acesso em: 31 mar. 2019.

SANTOS, K. K.. *Aves da RPPN Alto-Montana*, pp. 10-246. Itamonte, MG, Brasil. 2014. [on-line]. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2014/07/AVES-DA-RPPN-ALTO-MONTANA.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2018.

SAZIMA, I.. *From carrion-eaters to bathers' bags plunderers: how Black Vultures (Coragyps atratus) could have found that plastic bags may contain food*. Revista Brasileira de Ornitologia. São Paulo, SP, Brasil. 27 de Dezembro de 2007. [on-line]. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/255610442_From_carrion-eaters_to_bathers'_bags_plunderers_how_Black_Vultures_Coragyps_atratus_could_have_found_that_plastic_bags_may_contain_food. Acesso em 11 dez. 2018.

SGUISSARDI, G.; NUNES, R. O.. *Etnoconhecimento da avifauna existente na região do distrito de Rolim de Moura do*

Guaporé – RO. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal, Rondônia, RO, Brasil. 2009. [on-line]. Disponível em: <https://docplayer.com.br/23684595-Etnoconhecimento-da-avifauna-existente-na-regiao-do-districto-de-rolim-de-moura-do-guapore-ro-1.html>. Acesso em 21 jun. 2019.

SIGRIST, T.. *Práticas e Técnicas de Observação da Natureza*. Avis Brasilis Editora, p. 24. RO, Brasil. 2014. [on-line]. Disponível em: http://www.rabisco.com.br/TPON_WWW.AVISBRASILIS.COM.BR.PDF. Acesso em: 29 mar. 2019.

SILVA, W. R.. *Notas sobre o comportamento alimentar de três espécies de Traupídeos (Passeriformes: Thraupidae) em Cecropia concolor na região de Manaus*. Acta Amazonica. pp. 427-429. Manaus, AM, Brasil. 20 de Fevereiro de 1980. [on-line]. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/aa/v10n2/1809-4392-aa-10-2-0427.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2018.

SILVEIRA, L. F.. *Os cardeais brasileiros*. 01 de Agosto de 2012. [on-line]. Disponível em: https://www.ib.usp.br/~lfsilveira/pdf/a_2012_ceccardeais.pdf. Acesso em 12 dez. 2018.

SOUZA, E. A.; NUNES, M. F. C.; ROOS, A. L.; ARAÚJO, H. F. P.. *Guia de Campo: Aves do Parque Nacional do Cabo Orange*. ICMBio/Cemave. 2008. [on-line]. Disponível em: <http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/aves-do-parque-nacional-do-cabo-orange.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2018.

TAVARES, D. C.; SICILIANO, S.. Voou pela Fiocruz: guia de aves. *Fiocruz*. Ed. 1^a, p. 41. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Janeiro de 2011. [on-line]. Disponível em: <http://www.museudavida.fiocruz.br/index.php/publicacoes/livros/723-tcc-30>. Acesso em: 13 dez. 2018.

*U*SO E REUSO DA ÁGUA



MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS COMO BIOINDICADOR DA QUALIDADE AMBIENTAL EM 2 PCH'S

José Valdecir de LUCCA
Marcos Vinícius NUNES
Lidiane Cristina da SILVA
Odete ROCHA
Gisele Maria de LUCCA
Cleber Max Vieira GASQUES

Introdução

A construção de empreendimentos hidrelétricos tem trazido uma série de benefícios à sociedade como abastecimento de água para a população e indústria, irrigação, navegação, controle de secas e cheias, lazer, etc. No entanto, com o barramento poderão ocorrer impactos físicos e químicos na água e no sedimento e também, na biota aquática. Uma das formas de avaliar os impactos ambientais das PCH's nos sistemas aquáticos é o estudo das comunidades biológicas que respondem rapidamente às variações provocadas em seu habitat (TUNDISI et al., 2002).

Entre os organismos utilizados para monitorar os sistemas aquáticos estão os macroinvertebrados bentônicos. Essa comunidade é formada por diferentes filos, constituindo um grupo diversificado de organismos, os quais habitam tanto ambientes lênticos (reservatórios, lagos e lagoas), como ambientes lóticos (rios, riachos e córregos) (HAUER & RESH, 1996; MERRITT & CUMMINS, 1996). Entre os filos que fazem

parte da comunidade de macroinvertebrados bentônicos estão os representantes do filo Arthropoda (insetos, ácaros, crustáceos), Mollusca (gastrópodos e bivalves), Annelida (oligoquetos e hirudíneos), Nematoda e Platyhelminthes (HAUER & RESH, 1996). A comunidade bentônica também exerce grande influência na dinâmica dos ecossistemas aquáticos atuando no fluxo de energia e ciclagem de nutrientes. Esses organismos participam do processo de decomposição da matéria orgânica, reduzindo o tamanho das partículas, e também fazem parte da cadeia alimentar de vários organismos aquáticos (BERG et al., 1997; BEIER & TRAUNSPURGER, 2001; MANDAVILLE, 2002).

Em virtude da importância desta comunidade para os ecossistemas aquáticos e de sua rápida resposta frente às alterações ambientais, este trabalho teve como objetivo utilizar os macroinvertebrados bentônicos no monitoramento ambiental nas PCH's Cabixi I e Cabixi II.

Métodos e Técnicas

Foram realizadas duas amostragens, uma em janeiro e outra em julho de 2016, em oito estações ao longo dos reservatórios das PCH's Cabixi I e Cabixi II, sendo quatro estações localizadas a montante e quatro a jusante da barragem (Tabela 1). As PCH's estão assim localizadas: Cabixi I no município de Vilhena (RO) e Cabixi II em Comodoro (MT).

A coleta de macroinvertebrados bentônicos foi realizada com um amostrador tipo Surber (0,9 m²) para a análise quantitativa. Em cada ponto de amostragem retiraram-se três

amostras (réplicas) para a análise (quantitativa) dos organismos bentônicos, as quais foram analisadas conjuntamente.

O material coletado foi fixado em formol 4%, acondicionado em recipientes plásticos e transportado para o laboratório, onde foi lavado em água sobre peneiras de malhas de 1 mm e 0, 212 mm. Os animais retidos na peneira foram separados e fixados em etanol 70% (SILVEIRA, 2004).

Os macroinvertebrados foram identificados sob microscópio estereoscópico, com o auxílio de literatura especializada: Brinkhurst&Marchese(1989); Merritt& Cummins (1996); Peset al. (2005); Salles (2006); Trivinho-Strixino (2011) e Hamada et al. (2014), sendo identificados até o menor nível taxonômico quando possível, pois em alguns filos (e.g. Nematoda) não existem guias de identificação para fauna tropical, em especial brasileira.

Em cada ponto de amostragem foram determinadas *in situ* as variáveis limnológicas (condutividade, oxigênio dissolvido, pH e temperatura) por meio uma sonda multiparâmetros da Marca Horiba modelo U-50.

Para a comparação da diversidade de espécies entre os pontos amostrados foram calculados: riqueza taxonômica e índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') (SHANNON& WEAVER, 1949). Para verificar possíveis correspondências entre os parâmetros ambientais e a densidade dos grupos da comunidade bentônica foi realizada a análise de correspondência canônica (CCA), através do programa CANOCO 3.12 (TERBRAAK&SMILAUER, 2002).

Tabela 1: Localização das estações de coleta amostradas nas PCH's Cabixi I e Cabixi II.

Estação	Cabixi I		Cabixi II	
	Coordenadas		Coordenadas	
	Latitude (° ' "S)	Longitude (° ' "O)	Latitude (° ' "S)	Longitude (° ' "O)
MON1	12 57 460	60 07 064	13 01 230	60 06 650
MON2	11 44 108	61 46 785	13 01 251	60 06 683
MON3	12 57 457	60 07 066	13 01 188	60 06 680
MON4	12 57 754	60 00 774	13 01 099	60 06 637
JUS1	12 57 303	60 06 982	13 01 212	60 08 072
JUS2	12 57 778	60 08 822	13 01 216	60 08 112
JUS3	12 57 303	60 06 988	13 01 215	60 08 143
JUS4	12 57 845	60 08 941	13 01 208	60 08 167

Resultados e Discussão

Na tabela 2 são apresentados os valores das variáveis na água de pH, condutividade, temperatura e oxigênio dissolvido nas 2 PCH's em janeiro e abril de 2016. Nota-se que não houve grande variação nos valores de oxigênio dissolvido entre as estações e entre as duas PCH's. Os valores de temperatura e oxigênio sofreram variação sazonal, sendo que maiores temperaturas e menores concentrações de oxigênio foram registradas no mês de janeiro e os menores no mês de julho. Os valores de pH e condutividade elétrica foram baixos nos dois períodos de amostragem e nas duas PCH's. Provavelmente, esses resultados se devem às características naturais dos ambientes estudados.

Tabela 2: Variáveis abióticas registradas nas estações de coleta amostradas nas PCH's Cabixi I e Cabixi II em abril e janeiro de

2016 (Temp – temperatura da água; Cond – Condutividade; OD – Oxigênio dissolvido).

		Cabixi I				Cabixi II			
		Temp	pH	Cond	OD	Temp	pH	Cond	OD
jan/16	MON1	24,2	4,55	7	5,57	28,6	4,75	5	6,42
	MON2	24,6	4,31	6	5,73	29	4,51	6	6,29
	MON3	24,6	4,16	6	5,58	30,2	4,65	5	6,68
	MON4	24,9	4,34	6	5,75	32,5	4,65	5	6,16
	JUS1	26,3	3,59	6	6,26	27,8	4,81	5	6,98
	JUS2	26,4	3,43	6	6,45	27,7	4,44	5	6,58
	JUS3	26,5	3,95	6	6,13	27,6	3,92	5	6,21
	JUS4	26,5	4,46	6	6,29	27,6	3,98	4	6,46
jul/16	MON1	23,4	4,98	6	6,85	28,6	4,75	5	6,42
	MON2	23,8	4,88	5	6,77	29	4,51	6	6,29
	MON3	23,9	4,69	4	6,56	30,2	4,65	5	6,68
	MON4	23,9	4,39	5	7,39	32,5	4,65	5	6,16
	JUS1	24	4,63	4	7,9	27,8	4,81	5	6,98
	JUS2	24,2	4,47	3	8,18	27,7	4,44	5	6,58
	JUS3	24,4	4,33	5	8,6	27,6	3,92	5	6,21
	JUS4	24,7	4,19	4	8,14	27,6	3,98	4	6,46

Considerando todos os pontos de amostragem e as duas campanhas, janeiro e julho de 2016, a riqueza taxonômica foi de 86 táxons identificados na PCH Cabixi I, destes 46 táxons em janeiro e 70 táxons em julho. Na Cabixi II, a riqueza taxonômica foi de 89 táxons, sendo 62 táxons em janeiro e 55 táxons em julho (Tabela 3). Entre os táxons, a classe Insecta foi a mais representativa tanto em janeiro (91% da fauna total) quanto em julho (88% da fauna total). Este fato se dá devido à grande diversidade morfológica e a plasticidade adaptativa dos insetos aquáticos, tais características lhes proporcionam a capacidade de colonizar todos os tipos de ecossistemas limnicos (WALLACE &

ANDERSON, 1996). Além do mais, esta dominância da classe Insecta é um fato comum devido a sua diversidade (HYNES, 1970) e abundância (LAKE, 1990) nos ecossistemas aquáticos continentais. Sazonalmente foi possível observar uma redução na riqueza taxonômica na Cabixi I em janeiro comparado com julho.

Tabela 3: Riqueza taxonômica dos macroinvertebrados bentônicos registrados nas PCH's Cabixi I e II em janeiro e julho de 2016.

PCH	Riqueza taxonômica		
	Total	Jan/16	Jul/16
Cabixi I	86	46	70
Cabixi II	89	62	55

Entre os pontos de amostragem na PCH Cabixi I, o maior valor da riqueza taxonômica, em janeiro de 2016, foi registrado no ponto Jus1 com 22 táxons e o menor valor no ponto Mon3 com 3 táxons. Já na campanha de julho de 2016, o maior valor da riqueza taxonômica foi registrado, novamente, no ponto Jus1 com 30 táxons e o menor valor no ponto Mon3 com 13 táxons, conforme é possível observar na Figura 1.

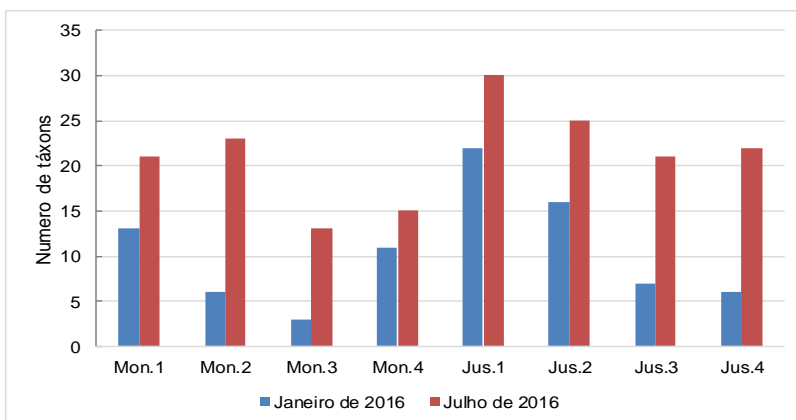
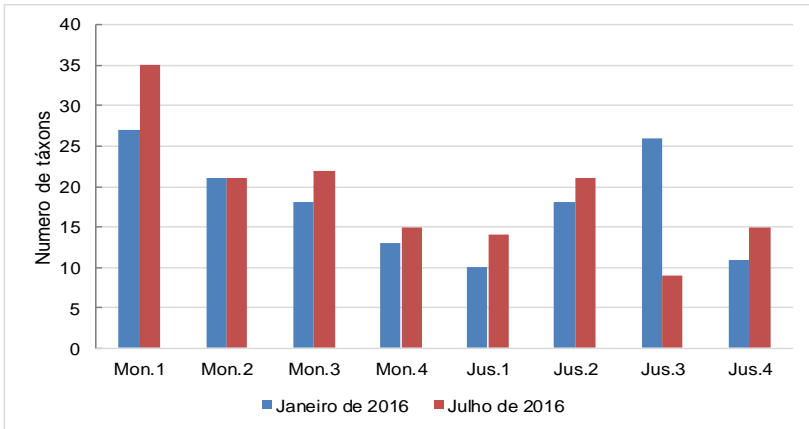


Figura 1: Riqueza de espécies da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nos oitos pontos de amostragem localizados na área de influência da PCH Cabixi I em janeiro e julho de 2016.

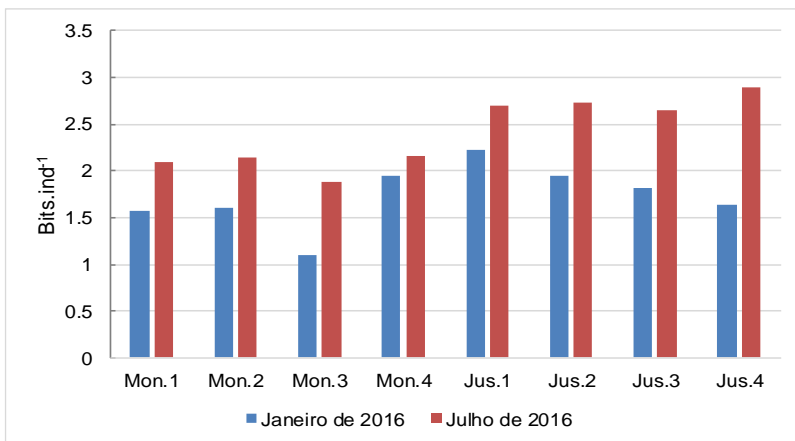
Já na PCH Cabixi II os maiores valores da riqueza taxonômica em janeiro de 2016, foram registrados nos pontos Mon1 com 27 táxons e Jus3 com 26 táxons. Já os menores valores nos pontos Jus1 com 10 táxons e Jus4 com 11 táxons. Na campanha de julho de 2016, o maior valor da riqueza taxonômica foi registrado, novamente, no ponto Mon1 com 35 táxons e o menor valor no ponto Jus3 com 9 táxons, conforme é possível observar na Figura 2. De maneira geral, os maiores valores de riqueza taxonômica foram registrados na maioria dos pontos de amostragem, tanto na Cabixi I e II, no período de estiagem (julho de 2016). Segundo Abílio (2002), Souza e Abílio(2006), os fatores ambientais como a precipitação pluviométrica propiciam alterações das condições físicas, químicas e biológicas dos corpos aquáticos. Provavelmente, a estabilidade desses sistemas no período de seca (Julho) foi o principal fator para a elevada riqueza registrada nas 2 PCH's.

Figura 2: Riqueza de espécies da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nos oitos pontos de amostragem localizados na área de influência da PCH Cabixi II em janeiro e julho de 2016.



Na Cabixi I, em janeiro de 2016, o maior valor do índice de diversidade de espécies foi registrado para o ponto Jus1 com $2,22 \text{ bits.ind}^{-1}$ e o menor valor no ponto Mon3 com $1,10 \text{ bits.ind}^{-1}$. Enquanto que na campanha de julho de 2016 o maior valor do índice de diversidade foi registrado para o ponto Jus4 com $2,88 \text{ bits.ind}^{-1}$ e o menor valor no ponto Mon3 com $1,88 \text{ bits.ind}^{-1}$ (Figura 3).

Figura 3: Valores do índice de diversidade de Shannon-Wiener para a comunidade de macroinvertebrados nos oitos pontos de amostragem localizados na área de influência da PCH Cabixi I.

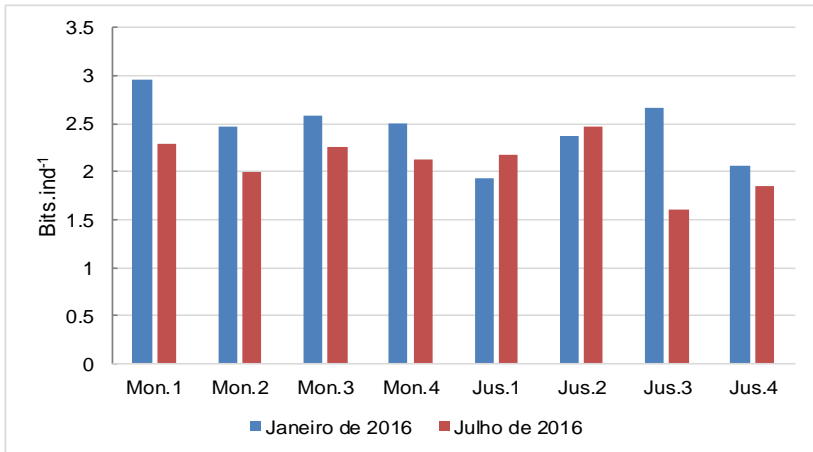


Na PCH Cabixi II, na campanha de janeiro de 2016, o maior valor do índice de diversidade de espécies foi registrado para o ponto Mon1 com 2,96 bits.ind⁻¹ e o menor valor no ponto Jus1 com 1,93 bits.ind⁻¹. Enquanto que na campanha de julho de 2016, o maior valor do índice de diversidade foi registrado para o ponto Jus2 com 2,46 bits.ind⁻¹ e o menor valor no ponto Jus3 com 1,60 bits.ind⁻¹ (Figura 4).

Em ambas as campanhas, janeiro e julho de 2016 e nas 2 PCH's foram observados elevados valores dos índices de diversidade. Este fato se deve à grande diversidade e disponibilidade de micro-habitat do ambiente amostrado, visto que a riqueza e a diversidade estão relacionadas com a heterogeneidade e complexidade de hábitats (VINSON & HAWKINS, 1998). Isto porque ambientes heterogêneos proporcionam uma maior quantidade de micro-habitats e de microclimas, possibilitando que diferentes espécies possam coexistir, consequentemente aumentando a riqueza taxonômica do local (TOWNSEND, 2006). Com relação à sazonalidade, a

PCH Cabixi I registrou os maiores valores de diversidade no período de estiagem, enquanto na Cabixi II os maiores valores no período de chuvas.

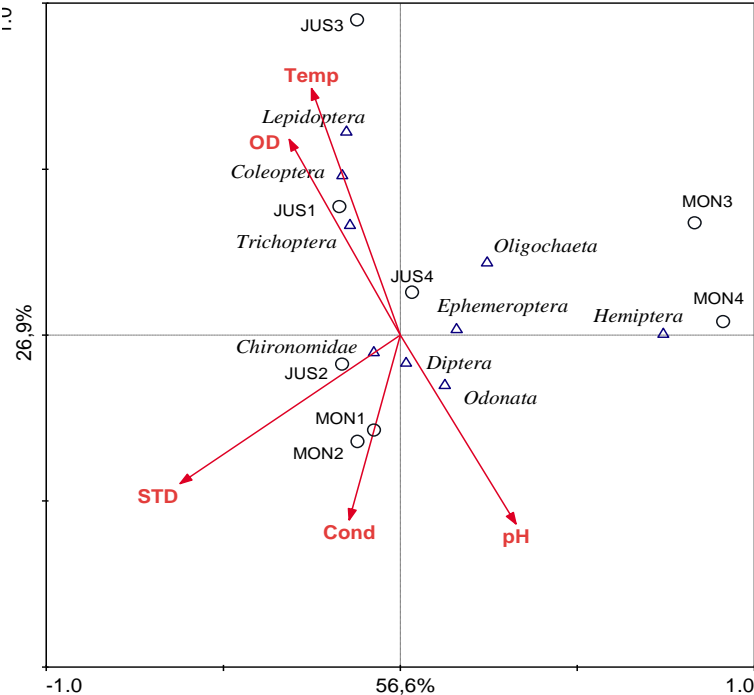
Figura 4: Valores do índice de diversidade de Shannon-Wiener para a comunidade de macroinvertebrados nos oitos pontos de amostragem localizados na área de influência da PCH Cabixi II.



As Figuras 5 e 6 apresentam os resultados obtidos a partir da análise de correspondência canônica (CCA) entre a composição e abundância da comunidade de macroinvertebrados bentônicos e as variáveis ambientais analisadas nos oito pontos amostrados nas campanhas de janeiro e julho de 2016 na PCH Cabixi I. Em janeiro (Figura 5), a porcentagem total da variabilidade dos dados explicada pelos dois primeiros componentes da análise foi de 83,50%. A análise considerou como significativa a variável condutividade elétrica mensurada *in situ* na água. É possível observar que as ordens Lepidoptera, Coleoptera e Trichoptera, correlacionaram-se positivamente com

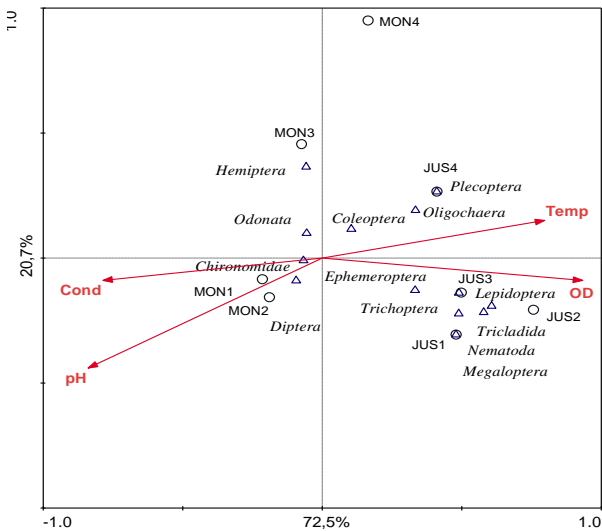
os valores de temperatura e oxigênio dissolvido. Enquanto que a família Chironomidae correlacionou-se com os sólidos totais dissolvidos e condutividade.

Figura 5: Diagrama de ordenação da CCA entre as densidades das ordens da comunidade bentônica e as variáveis ambientais: pH, turbidez, temperatura (Temp.), condutividade elétrica (Cond.), sólidos totais dissolvidos (STD) e oxigênio dissolvido (OD), nos oito pontos de amostragem localizados na área de influência da PCH Cabixi I em janeiro de 2016.



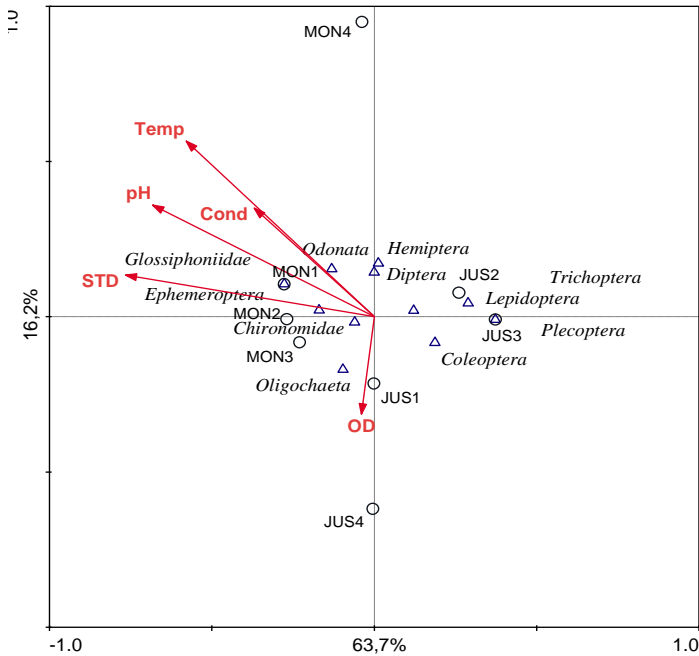
Na campanha de julho de 2016 (Figura 6), a porcentagem total da variabilidade dos dados explicada pelos dois primeiros componentes da análise foi de 93,2%. A análise considerou como significativa a variável oxigênio dissolvido mensurada *in situ* na água. É possível observar que as ordens Odonata, Diptera, Hemiptera e a família Chironomidae, correlacionaram-se positivamente com os valores do pH e condutividade. Já as demais ordens correlacionaram-se com temperatura e oxigênio dissolvido.

Figura 6: Diagrama de ordenação da CCA entre as densidades das ordens da comunidade bentônica e as variáveis ambientais: pH, turbidez, temperatura (Temp.), condutividade elétrica (Cond.), sólidos totais dissolvidos (STD) e oxigênio dissolvido (OD), nos oito pontos de amostragem localizados na área de influência da PCH Cabixi I em julho de 2016.



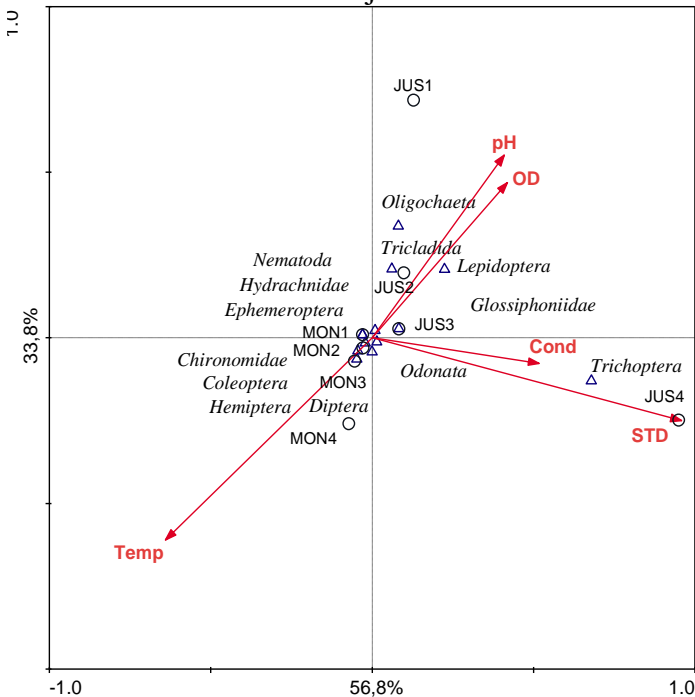
As Figuras 7 e 8 apresentam os resultados obtidos a partir da análise de correspondência canônica (CCA) entre a composição e abundância da comunidade de macroinvertebrados bentônicos e as variáveis ambientais analisadas nos oito pontos amostrados nas campanhas de janeiro e julho de 2016 na PCH Cabixi II. A porcentagem total da variabilidade dos dados explicada pelos dois primeiros componentes da análise foi de 79,9%. É possível observar que as ordens Odonata, Glossiphoniidae, Ephemeroptera, Oligochaeta e a família Chironomidae correlacionaram-se positivamente com os valores de temperatura, pH, oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos e condutividade, na campanha de janeiro de 2016 (Figura 7).

Figura 7: Diagrama de ordenação da CCA entre as densidades das ordens da comunidade bentônica e as variáveis ambientais: pH, turbidez, temperatura (Temp.), condutividade elétrica (Cond.), sólidos totais dissolvidos (STD) e oxigênio dissolvido (OD), nos oito pontos de amostragem localizados na área de influência da PCH Cabixi II em janeiro de 2016.



Na campanha de julho de 2016, a porcentagem total da variabilidade dos dados explicada pelos dois primeiros componentes da análise foi de 90,6% (Figura 8).

Figura 8: Diagrama de ordenação da CCA entre as densidades das ordens da comunidade bentônica e as variáveis ambientais: pH, turbidez, temperatura (Temp.), condutividade elétrica (Cond.), sólidos totais dissolvidos (STD) e oxigênio dissolvido (OD), nos oito pontos de amostragem localizados na área de influência da PCH Cabixi II em julho de 2016



A análise considerou como significativa a variável temperatura mensurada *in situ* na água. É possível observar que as ordens Odonata e Trichoptera correlacionaram-se positivamente com os valores de condutividade e sólidos totais dissolvidos. Já as ordens Glossiphoniidae, Lepidoptera,

Tricladida e Oligochaeta com as variáveis pH e oxigênio dissolvido. Enquanto que as demais ordens correlacionaram-se com temperatura.

Considerações finais

A comunidade de macroinvertebrados bentônicos amostrada na PCH de Cabixi I e II é diversificada, apresentando tanto organismos sensíveis quanto resistentes, sendo composta, principalmente, por representantes da classe Insecta. Também foram observados elevados valores dos índices de diversidade. Esta grande diversidade está relacionada à integridade e heterogeneidade da região amostrada. Este fato contribui para que se tenha uma maior gama de micro-habitats. Além do mais, foram amostrados diferentes tipos de substratos e todos os pontos apresentavam cobertura vegetal em suas margens, contribuindo com um aporte maior de material alóctone para os sistemas, possibilitando assim o estabelecimento de uma biota diversa e abundante. Sazonalmente, não houve variações na composição, riqueza e diversidade de espécies da comunidade bentônica. Enfim, pode-se observar por meio dos resultados que a comunidade bentônica foi uma ferramenta importante na avaliação ambiental das 2 PCH's já que os pontos amostrados são íntegros e heterogêneos, abrigando uma fauna diversificada e abundante com a ocorrência de vários táxons sensíveis a perturbações ambientais indicando que os ambientes estão em equilíbrio.

Referências

ABÍLIO, F.J.P.; RUFFO, T.L.M.; SOUZA, A.H.F.F.; FLORENTINO, H.S.; OLIVEIRA-JUNIOR, E.T.; MEIRELES, B.N.; SANTANA, A.C.D. *Macroinvertebrados Bentônicos como Bioindicadores de Qualidade Ambiental de Corpos Aquáticos da Caatinga*. Oecologia Brasiliense, 2007. pp. 397-409.

BEIER, S.; TRAUNSPURGER, W. *The meiofauna community of two small German streams as indicator of pollution*. Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery, 2001. pp. 387-405.

BERG, M. S.; COOPS, H.; NOORDHUIS, R.; SCHIE, J.; SIMONS, J. *Macroinvertebrate communities in relation to submerged vegetation in two Chara-dominated lakes*. Kluwer Academic Publishers. Printed in Belgium, Amsterdam. 1997.

BRINKHURST, R. O.; MARCHESE, M. R. *Guia de la identificación de Oligoquetosacuaticos continentales de Sud y Centroamerica*. Asociación Ciencias Naturales del Litoral. Argentina. Colección Climax, 1989. 207p.

GODOY, B. S. *Estrutura da assembleia de Gerromorpha (Heteroptera) em igarapés dos municípios de Rio Preto da Eva e Manaus, Amazonas*. 2007. Dissertação (Mestrado). Instituto Nacional de Pesquisa da Amazonas – INPA/UFAM, Manaus.

HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L.; QUERINO, R. B. *Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia*. Manaus: Editora Inpa. 2014.

HAUER, F. R.; RESH, V. H. *Benthic macroinvertebrates*. In: HAUER, F.R.; LAMBERTI, G. A. (Eds). Stream ecology. San Diego, Academic Press, 1996. pp. 339-369. 674p.

HYNES, H. B. *The ecology of running waters*. Toronto: University of Toronto Press, 1970.

LAKE, P.S. *Disturbing hard and soft bottom communities: a comparison of marine and freshwater environments*. Australian Journal of Ecology, 1990. pp. 477-488.

MANDAVILLE, S. M. *Benthic Macroinvertebrates in Freshwaters-Taxa Tolerance Values, Metrics, and Protocols*. In: Protocols for Measuring Biodiversity: Benthic Macroinvertebrates in Fresh Waters- EMAN-Ecological Monitoring and Assessment Network. 2002.

MERRIT, R.; CUMMINS, K. *An introduction to the aquatic insects of North America*. 3 ed. Kendall: Hunt Publishing. 1996.

PES, A. M. O.; HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L. *Chaves de identificação de larvas para as famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil*. Revista brasileira de entomologia, 2005. pp. 181-204.

QUEIROZ, J. F.; TRIVINHO-STRIXINO, S.; NASCIMENTO, V. M. C. *Organismos bentônicos bioindicadores da qualidade de água da bacia do médio São Francisco*. Série Comunicado Técnico da Embrapa Meio Ambiente, 2000.

EFICIÊNCIA DA MORINGA (*MORINGA OLEÍFERA LAM.*) COMO COAGULANTE NATURAL NO TRATAMENTO ALTERNATIVO DE ÁGUA SUPERFICIAL

Rafaela Cristina de Andrade FREITAS

Lorran Marré PARLOTTE

Margarita María Dueñas OROZCO

Jheiny Oliveira da SILVA

Cássia Cortes VALADÃO

Henrique Silva de OLIVEIRA

Introdução

A água é um bem natural de suma importância para os seres vivos e para o desenvolvimento econômico, que vem sendo utilizada de forma inadequada acarretando o seu desperdício e contaminação. Em vista disto, é necessário que ela seja tratada, a fim de atingir os padrões de potabilidade determinados pela Portaria de Consolidação nº 05, de setembro de 2017, do Ministério da Saúde (MS), se tornando apta ao consumo humano.

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2008), o abastecimento de água tratada por rede geral está presente em 99,4% dos municípios brasileiros, nos quais, da água distribuída, 69,2% recebe tratamento do tipo convencional, que abrange processos de coagulação, floculação,

decantação, filtração e desinfecção, em estações de tratamento de água (ETA's).

Como apontado por Valverde et al. (2015), o fenômeno da coagulação nas ETA's, começa a acontecer simultaneamente na mistura rápida e se consolida durante a mistura lenta (floculação). A coagulação é um processo no qual ocorre a desestabilização das cargas de mesmo sinal dos sólidos suspensos na água, pela adição de coagulantes (CONSTANTINO; YAMAMURA, 2009). Comumente são utilizados os coagulantes químicos, a exemplo o cloreto férrico, o sulfato de alumínio e o policloreto de alumínio, muitas vezes substâncias não biodegradáveis e que, em elevadas concentrações, podem gerar problemas à saúde humana (MATOS; SILVA, 2008).

Importante ressaltar que, a Região Norte, mesmo inserida na Amazônia, que possui ao redor de um quinto de toda água doce das bacias hidrográficas do mundo (SAMPAIO, 2017), apresenta 21,2% de municípios não atendidos pelo abastecimento de água tratada por rede geral e, destes, 57,14% estão no estado de Rondônia. A Região Nordeste retrata situação ainda mais crítica, com 63,3% dos seus municípios sem abastecimento de água por rede geral (IBGE, 2008).

Assim, na falta de ETA's convencionais nessas regiões brasileiras, a população (normalmente a mais carente) recorre a formas e métodos alternativos de abastecimento e tratamento de água. Entre esses métodos, existe a substituição de polímeros químicos por polímeros orgânicos, de fácil acesso, manuseio e que não afetam a saúde humana. Dentre as alternativas para substituição de coagulantes químicos, estão os coagulantes naturais; dentre eles a semente de Moringa, cientificamente

chamada de *Moringa Oleifera Lam*, a qual é utilizada, desde tempos remotos em países pobres e com déficits hídricos, assim como em locais de difícil acesso a água tratada para uso doméstico, como é o caso da sua região originária, no nordeste indiano (GALLÃO; DAMACESNO; BRITO, 2006). Sendo eficiente na remoção de turbidez, cor, coliformes e apresentando baixa produção de lodo (MONACO et al., 2010), torna-se uma alternativa econômica para o tratamento da água em regiões que carecem de abastecimento de água tratada, como é o caso do norte e nordeste brasileiros.

Reforça-se que, dos municípios brasileiros, 14,8% utilizam formas alternativas para o abastecimento de água (IBGE, 2008). Tais modalidades devem ser capazes de contribuir para o fornecimento de água potável, sendo que, o tratamento de águas captadas de maneira subterrânea ou superficial, deve cumprir com o padrão de potabilidade, garantindo água de boa qualidade para a população. Assim, o objetivo deste estudo foi verificar a eficiência do extrato da semente de *Moringa*, juntamente com a utilização de filtro caseiro descendente para o tratamento alternativo de água no município de Ji-Paraná – RO.

Semente de *Moringa*

O gênero *Moringa* é pertencente à família *Moringaceae*, constituída por 14 espécies dentre elas a *Moringa oleífera* também conhecida popularmente por Lírio branco e Acássia branca (OLIVEIRA et al., 2018). A planta fornece ampla quantidade de nutrientes e todos os aminoácidos essenciais aos seres vivos, além de possuir alta capacidade de adaptação a

condições climáticas diversas e a solos áridos (GUALBERTO et al., 2014).

Como já mencionado, a *Moringa oleífera* tem origem no noroeste indiano, entretanto, é amplamente distribuída no Egito, Filipinas, Jamaica, Ceilão, Tailândia, Burma, Singapura, Paquistão, Malásia e Nigéria (CORRÊIA, 1984). Por intermédio do pesquisador Warwick Estevam Kerr, a *Moringa oleífera* foi inserida no Brasil em 1950, na forma de planta ornamental (SILVA; KERR, 1999). Seu cultivo tem diversas finalidades em variados ramos, como por exemplo, na indústria asfáltica onde o óleo da semente de Moringa está sendo utilizado como ligante asfáltico em misturas mornas (LUCENA; SILVEIRA; COSTA, 2016) e na alimentação humana com a produção de farinha de sua raiz, se tornando uma promissora alternativa na indústria alimentícia visto o grande número de carboidratos e teor de energéticos, que se assimilam com a farinha da mandioca (OLIVEIRA et al., 2018).

No tratamento de água, o extrato da semente de Moringa é utilizado como coagulante e floculante natural, já que o extrato da semente desestabiliza os sólidos suspensos na água e posterior agregação das partículas em suspensão em função das forças de Van Der Waals (PAULA, 2004). Na fase seguinte, a decantação, os flocos formados precipitam pela ação da força de gravidade, processo este que permite a remoção dos sólidos presentes no meio líquido, obtendo-se o lodo.

No estudo de Camacho et al (2015), que analisou a eficiência da Moringa no tratamento de água com florações de cianobactérias, verificou-se a remoção de 81,10 a 91,11% de turbidez e de 65 a 92,10% de cianobactérias (*M. protocystis*).

Pesquisa de Franco et al. (2017), que testou diferentes métodos para preparação do extrato da semente para o tratamento da água, apontou diminuição da turbidez entre 87 e 90%. Silva et al. (2015) compararam a eficiência do coagulante natural em questão, com coagulantes químicos, demonstrando a capacidade do primeiro na remoção de cor e turbidez na água analisada. Assim, ressalta-se que a semente de Moringa tem capacidade de remoção tanto da turbidez, cor, coliformes e cianobactérias, sendo eficiente no tratamento de águas para pequenas comunidades.

Métodos e Técnicas

Preparo do extrato da semente de Moringa oleífera

Com o intuito de definir a melhor forma de preparo do coagulante natural, foram realizados vários testes com diferentes formas de tratamento da semente de Moringa, desde trituradas com casca, trituradas sem casca, somente amassadas e secas em estufa. O melhor método no preparo do extrato encontrado em nossos testes, foi o utilizado para todas as análises posteriores no presente estudo.

Desse modo, as sementes foram descascadas, secadas na estufa a 50 °C por 15 min, piladas e peneiradas para obtenção do pó da semente. Do pó, 40 g foram adicionadas a 1L de água destilada e a solução do coagulante foi homogeneizada por meio de agitador magnético. Posteriormente, a solução do coagulante foi passada através de um filtro de papel (filtro de café), visando

diminuir partículas maiores que pudessem interferir na turbidez da água.

Como elucidada Cardoso et al. (2008) a solução do coagulante precisa ser preparada no momento do ensaio de coagulação, pois o armazenamento dela pode comprometer sua eficiência, assim, conforme os autores, realizou-se o ensaio de coagulação logo após o preparo adequado da solução do coagulante feito da semente de Moringa.

Coagulação, floculação e decantação

Variados volumes do coagulante (10ml, 20ml, 30ml) foram testados visando encontrar o mais eficiente. Tais volumes foram adicionados a 1L de água bruta e homogeneizado, onde na fase de coagulação, variou-se o tempo de mistura rápida em 1 minutos (min) e em 2 min, e, na fase de floculação (mistura lenta) o tempo foi fixado em 5min, para cada volume do coagulante. Posteriormente a água foi deixada em repouso para acontecer a sedimentação das partículas floculadas (fase de decantação) e, posteriormente, análises de turbidez foram realizadas para tempos de 40min, 1h20min e 5h de decantação.

Filtração

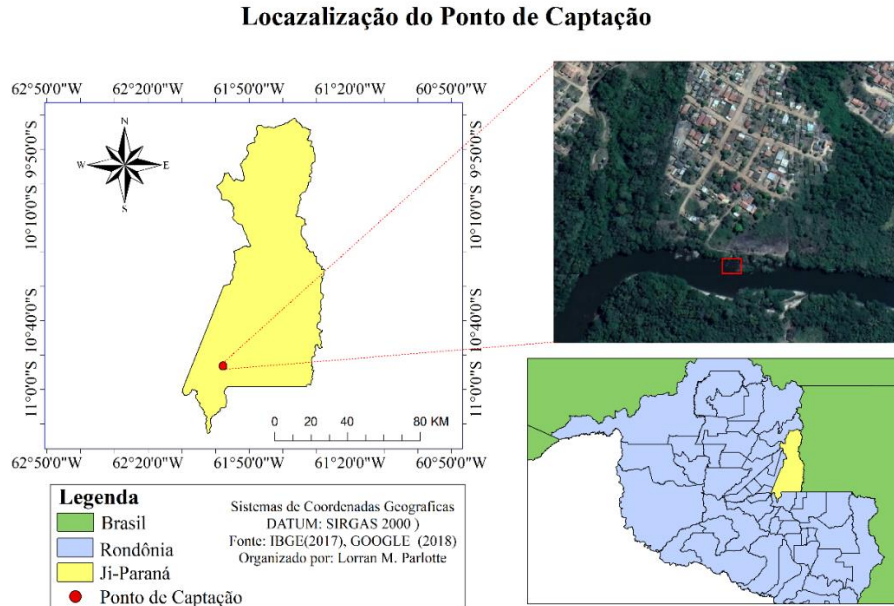
Na construção do filtro caseiro foi utilizada uma garrafa pet de 5L e como meios filtrantes foram utilizados areia, brita 0 (4,8 mm a 9,5 mm), brita 3 (25 mm a 50 mm) e algodão. O filtro foi construído com as camadas grosseiras na parte superior e as

mais finas na parte inferior, sendo o fluxo descendente. A primeira camada foi de brita 3, a segunda camada de brita 0, a terceira camada de algodão, a quarta camada de areia e a quinta camada de algodão. A areia foi envolvida com algodão, visando a manutenção das camadas filtrantes.

Área de Estudo

A coleta de água bruta (água em estado natural captada do rio) foi realizada no Rio Urupá, em um ponto a jusante do local de captação da ETA do município de Ji-Paraná, operada pela Companhia de Águas e Esgotos do Estado de Rondônia (CAERD) como é possível observar na Figura 1.

Figura 1- Mapa de localização do ponto de coleta de amostras de água no Rio Urupá, em Ji-Paraná-RO.



As coletas de água bruta foram realizadas ao final do período de seca (julho a setembro) e no início das primeiras chuvas do período de transição seco-úmido (outubro a dezembro) no ano de 2017. Para a caracterização da água bruta foram realizadas análises de pH, turbidez, condutividade elétrica e temperatura.

Resultados e Discussão

Pela variação sazonal ocorrem modificações nas características da água bruta, dentre elas a turbidez, parâmetro que tende a aumentar com o início das chuvas no período de transição (BEZERRA et al., 2015). É possível observar na Tabela 1 um aumento expressivo da turbidez nas amostras analisadas nos diferentes períodos, sendo que a chuva eleva o valor deste parâmetro. Esta variação associada ao escoamento superficial por sincremento de sólidos em suspensão, tende a influenciar a eficiência da coagulação da semente de Moringa.

Tabela 1. Caracterização da água bruta do Rio Urupá.

Parâmetro	Período seco	Período
		seco-úmido
Turbidez (NTU)	10,10	85,36
Condutividade elétrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	105,80	28,45
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	29,50	26,50
pH	8,21	7,50

O pH define se a solução aquosa é ácida, básica ou neutra. Sua origem natural está relacionada à dissolução de rochas, à absorção de gases da atmosfera, à oxidação da matéria orgânica e à fotossíntese; sua origem antrópica deve-se aos despejos domésticos e industriais (IGAM, 2010). A variação de pH obtida nos dois períodos analisados foi pouca, sendo os valores encontrados próximos a neutralidade.

Na Tabela 2 apresentam-se os resultados da turbidez da água após a etapa de decantação, nos dois períodos analisados. Nota-se que houve um incremento de 244,85% da turbidez da água bruta para a água decantada no período seco e uma diminuição de 90% da turbidez na água bruta em período de transição, constatando que há uma melhor eficiência da semente de Moringa com alta turbidez. Segundo Amaral et al. (2006) e Moreti et al. (2013) o coagulante de semente de Moringa possui melhor desempenho em águas superficiais de alta turbidez, o que foi verificado nas análises deste estudo.

Tabela 2. Turbidez (NTU) antes (água bruta) e depois (água decantada) do tratamento com o coagulante de 20ml, em período seco e período de transição seco-úmido.

Período	Água Bruta	Água decantada
Seco	10,10	34,83
Seco-úmido	85,36	8,40

Para comunidades que vivem nas margens de rios (ribeirinhas), que apresentam tipologias de rios barrentos (alta turbidez) e negros (cor alta), que é o caso das águas superficiais

da Amazônia, conforme a classificação feita por Sioli, (1984) a semente de Moringa se mostra eficiente.

Além da diferença considerável da diminuição da turbidez observada na Tabela 2, o extrato de Moringa também melhorou a eficiência do tempo de decantação, sendo que no período seco o tempo de decantação foi de aproximadamente 4 dias e no período seco-úmido foi de 40 minutos.

Ao perceber uma melhor eficiência do coagulante natural estudado para águas mais turvas, optou-se em analisar a variação das concentrações da solução (40g/L) para tal água bruta e variar o tempo de mistura rápida em 1 e 2 minutos no processo de coagulação, fixando em 5 minutos o tempo de mistura lenta (Tabela 3).

Tabela 3. Variação da turbidez (NTU) em função do tempo de mistura rápida, do volume do coagulante e tempo de decantação, para a turbidez de água bruta de 85,36 NTU.

Mistura Rápida	Volume do			
	coagulante	40 min	1h20min	5h
2min	20 ml/L	8,4	6,1	2,7
	10 ml/L	19,5	16,46	13,66
1min	20 ml/L	10,63	-	3,8
	30 ml/L	15,33	-	5,2

Com passar do tempo da decantação verificou-se que para todos os volumes de coagulante houve diminuição da turbidez, entretanto, com o volume do coagulante de 20ml/L com 2 minutos de mistura rápida na coagulação obtiveram-se os melhores resultados com redução de 96,84% da turbidez da água

bruta com 5h de decantação. Assim, conseguiu-se o melhor volume do coagulante e o melhor tempo de mistura e de decantação do processo em análise.

Henriques et al. (2014) também encontraram resultados semelhantes utilizando a suspensão de Moringa na concentração de 20 g/L. A turbidez passou de aproximadamente 40 NTU, para 5 NTU, obtendo uma diminuição de turbidez considerável. Baseado nas melhores concentrações e no tempo de mistura rápida "ideal", prosseguiu-se à realização da etapa de filtração por meio de filtro caseiro descendente, de fácil fabricação, ideal para pequenas comunidades. Finalizado o processo analisaram-se os parâmetros básicos da água tratada (Tabela 4).

Tabela 4. Comparação de água bruta e água tratada pelos parâmetros turbidez, condutividade elétrica, temperatura e pH.

Parâmetros	Água Bruta	Água Tratada
Turbidez (NTU)	85,36	1,38
Condutividade elétrica (µs/cm)	28,45	0,001
Temperatura (°C)	26,50	25,00
Ph	7,50	7,26

Importante mencionar que durante o estudo não se observou mudança abrupta no pH da água devido à utilização do extrato de Moringa.

Segundo a Portaria MS 05/2017, o valor máximo permitido de turbidez é 0,5 NTU para água pré-desinfetada com filtração rápida. Desta maneira, comparando-se com os resultados obtidos no presente trabalho, o valor obtido de 1,38 NTU, não atingiu o valor de referência trazido pelo padrão de potabilidade.

No entanto, considera-se que a Moringa, sendo um coagulante natural, apresentou bons resultados.

Considerações finais

Confirmou-se a tendência de melhor eficiência do coagulante natural testado na remoção de turbidez em águas brutas mais turvas, sendo obtida uma remoção de 96,84%.

As melhores condições de tratamento foram de 20ml de solução de extrato de Moringa a cada litro de água bruta, tempo de 2 minutos de mistura rápida, 5 minutos de mistura lenta e 5 horas de decantação. O valor final de turbidez para água pré-desinfetada com filtro rápido apresentou-se próximo ao valor estabelecido pela Portaria de Consolidação MS 05/2017.

A utilização da semente de Moringa apresentou-se como uma boa alternativa para a substituição de coagulantes químicos no processo de floculação/coagulação, não interferindo significativamente no pH da água tratada, sendo ainda benéfica ao meio ambiente já que produz uma menor quantidade de lodo e este considera-se biodegradável.

Tomando como base os resultados do estudo, pode-se concluir que para uma ETA de grande porte a utilização da semente de Moringa como coagulante não é viável, pois mesmo obtendo bons resultados, o tempo de decantação necessário para remover a turbidez é alto. No entanto, em locais com baixa demanda de água, como em comunidades ribeirinhas ou outras comunidades, que vivem às margens de rios barrentos (alta

turbidez) e negros (cor alta), a Moringa pode ser utilizada como uma forma de tratamento alternativo.

Referências

AMARAL, L. A.; ROSSI JUNIOR, O. D.; SOARES e BARROS, L. S.; LORENZON, C. S.; NUNES, A. P.; *Tratamento alternativo da água utilizando extrato de semente de Moringa Oleifera e radiação solar*. Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, n.3, pp.287-293, 2006.

BEZERRA, R. A. R.; MARQUES, B. S.; ALMEIDA, F. B.; SAMPAIO, W. M. S.; GIONGO, P.; SILVA, A. M.; *Estudo de variação de turbidez (N.T.U) do rio Santa Maria da Vitória, entre os municípios de Santa Maria do Jetibá e Santa Leopoldina estado do Espírito Santo*. Revista Científica Univiçosa, n.1, pp.565-570. 2015.

BRASIL. *Portaria nº 05, de 08 de setembro de 2017*. Ministério da Saúde, Brasília, DF, Dez. 2017.

CAMACHO, F. P.; SILVA, M. O.; MORETI, L. O. R.; BAPTISTA, A. T. A.; ARAKAWA, F. S.; SHIMABUKU, Q. L.; SANTOS, T. R. T.; BAZANAS, S. L.; COLDEBELLA, P. F.; VALVERDE, K. C.; SILVA, M. F.; BERGAMASCO, R.; *Uso do coagulante natural Moringa Oleiferalam no tratamento de água com florações de cianobactérias*. Revista Tecnológica. Maringá, pp. 305-313, 2015.

CARDOSO, K. C.; BERGAMASCO, R.; COSSICH, S. E.; MORAES, L. C. K.; *Otimização dos tempos de mistura e decantação nos processos de decantação/floculação da água bruta por meio da Moringa oleífera Lam.* Acta Scientiarum. Technology, n.2, pp. 193-198, 2008.

CONSTANTINO, A. F.; YAMAMURA, V. C. *Redução do gasto operacional em estação de tratamento de água utilizando o PAC.* In: SIMPGEU – Simpósio de Pós-graduação em Engenharia Urbana, Maringá. 2009.

CORRÊA, M. P. *Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas.* Rio de Janeiro: MA/IBDF, v. 5, pp. 233-234, 1984.

GALLÃO, M. I.; DAMASCENO, L. F.; BRITO, E. S.; *Avaliação química e estrutural da semente de moringa.* Revista Ciência Agrônômica, Fortaleza, v.37, n.1, pp.106-109, 2006.

GUALBERTO A. F.; FERRARI, G. M.; ABREU, K. M. P.; PRETO, B. L.; FERRARI, J. L.; *Características, propriedades e potencialidades da moringa (moringa oleífera lam.): aspectos agroecológicos.* Revista Verde, n. 5, pp. 19 - 25, dez, 2014.

HENRIQUES, J. A. *Potencial de uso da Moringa oleífera Lamarck na clarificação de água para abastecimento em comunidades difusas de áreas semiáridas.* Revista Brasileira de Ciências Ambientais, n. 31, pp. 76-83, 2014.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM (2010). *Monitoramento das águas superficiais na Bacia Grande: Relatório anual 2009.* Belo Horizonte. Disponível em

<<http://www.igam.mg.gov.br/imagens/stories/rafael/relatorio-executivo-2010.pdf>>. Acesso em: 16 ago 2018.

LUCENA, L. C. F. L.; SILVEIRA, I. V.; COSTA, D. B.; *Avaliação de ligantes asfálticos modificados com óleo da Moringa Oleífera Lam para uso em misturas mornas*. Revista Matéria, n. 01, pp. 72-82, 2016.

MATOS, J; SILVA, F. *Sobre dispersões de moringa oleífera para tratamento de água*. Revista Tecnologia Fortaleza, n. 2, pp.157-163, 2008.

MONACO, P. A. V. L.; MATOS, A. T.; RIBEIRO, I. C. A.; NASCIMENTO, F. S.; SARMENTO, A. P.; *Utilização de extrato de sementes de moringa como agente coagulante no tratamento de água para abastecimento e águas residuárias*. Revista Ambiente e Água, Taubaté, n.3, pp. 222-231, 2010.

MORETI, L. O. R.; CAMACHO, F. P.; BONGIOVANI, M. C.; STROHER, A. P.; NISHI, L.; VIEIRA, A. M. S.; BERGAMASCO, R.; *Emprego das sementes de Moringa oleífera lam, como coagulante alternativo ao policloreto de alumínio (PAC), no tratamento de água para fins potáveis*. Revista e-xacta, v. 6, pp. 153-165, 2013.

OLIVEIRA, N. T.; NASCIMENTO, K. P.; GONÇALVES, B. O.; LIMA, F. C.; COSTA, A. L. N.; *Tratamento de água com moringa oleífera como coagulante/floculante natural*. Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente. Ariquemes: FAEMA, n. 1, jan./jun., 2018.

PAULA, S.L. *Clarificação do extrato aquoso de Stevia Rebaudiana (Bert.) Bertonii, utilizando polímeros naturais*. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2004.

SAMPAIO, A. P. L. *Abastecimento de água para comunidades amazônicas: estudo do caso vila do lago do limão, município de Iranduba, estado Amazonas*. Revista Científica do Centro de Estudos Superiores de Paratins, 2015.

SILVA, T. E. M.; SILVA, L. F.; LIMA, R. B. C.; LEITE, Y. F. M. M. *Avaliação do uso de coagulantes orgânicos no tratamento de efluentes de galvanoplastia: um estudo de caso*. Anais do V Encontro Regional de Química & IV Encontro Nacional de Química [=Blucher Chemistry Proceedings], vol. 3, n. 1, pp. 1122- 1128, 2015.

SILVA, A. R.; Kerr, W. E. *Moringa: uma nova hortaliça para o Brasil*. Uberlândia: UFU/DIRIU, p. 95, 1999.

SIOLI, H. *The Amazon and its main affluents: hydrography, morphology of the river courses, and river types*. In: The Amazon, Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin, Ed. Dordrecht, Junk Publ., pp.127-165, 1984.

VALVERDE, K. C.; COLDEBELLA, P. F.; NISHI, L.; SANTOS, T. R. T.; SANTOS, O. A. A.; BERGAMASCO, R.; *Otimização dos parâmetros de operação no processo de coagulação/floculação e sedimentação no tratamento de água com a associação pac e moringa oleifera lam*. Engevista, n.4, pp. 491-499, 2015.

ESTIMATIVA DE LANÇAMENTO DE CARGA ORGÂNICA SEM TRATAMENTO NA REGIÃO NORTE DO BRASIL E A CONTRIBUIÇÃO DOS SISTEMAS INDIVIDUAIS DE ESGOTO PARA A GESTÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS

Rodrigo Ferreira SARRI

Flávio WACHHOLZ

Ieda Hortencio BATISTA

Elisimar de Souza Moura SARRI

Kemison dos Santos BARROSO

Introdução

O lançamento de efluentes líquidos, sejam eles domésticos ou industriais, nos corpos hídricos provoca alterações físicas, químicas e biológicas, causando malefícios e degradando os ecossistemas. A disposição inadequada dos esgotos tem causado a proliferação de várias doenças, sobretudo em áreas rurais, que em sua grande maioria não dispõem de sistema de coleta de esgoto, tão menos de tratamento (LIMA ET AL., 2012).

A carga orgânica contida no esgoto sanitário é o principal contribuinte para a contaminação das águas superficiais e subterrâneas, afetando diretamente a qualidade de vida das populações, provocando a disseminação de várias doenças,

sobretudo as de veiculação hídrica. O lançamento do esgoto no ambiente sem tratamento prévio, compromete a qualidade da água e, conseqüentemente, aumenta a incidência de doenças como a esquistossomose, a cólera, a amebíase e a diarreia (SILVA, 2012).

O grande problema é que a falta de saneamento básico, principalmente a falta de tratamento do esgoto doméstico, traz diversas conseqüências negativas para a humanidade (COSTA; GUILHOTO, 2014).

Os sistemas rudimentares utilizados nas propriedades rurais para a destinação do esgotamento doméstico são os principais responsáveis pela contaminação dos lençóis freáticos, causando degradação ambiental, e alterando as características físicas, químicas e biológicas das águas subterrâneas (LIMA ET AL., 2012).

Em áreas rurais que se encontram afastadas das áreas urbanas, onde está concentrada a maior parte da população e conseqüentemente as estações de tratamento de água e esgoto, é difícil a existência de rede coletora, pois precisaria ser muito extensa. Desta forma, fica perceptível a necessidade de uma descentralização do tratamento dos efluentes domésticos nestes locais, com a utilização por exemplo, de sistemas unifamiliares (KOBİYAMA ET AL., 2008).

Nessas áreas rurais e em alguns casos isoladas, cerca de 22,5 milhões da população descartam seus dejetos de forma inadequada, contaminando o solo e os recursos hídricos (COSTA; GUILHOTO, 2014).

Na Região Norte, onde o saneamento ambiental ainda é muito deficiente, há áreas rurais e comunidades isoladas sem nenhum tipo de saneamento básico, principalmente água e esgoto. Essa situação se agrava ainda mais, levando-se em consideração que a água que é utilizada no dia a dia em comunidades tradicionais e/ou indígenas das áreas de várzea amazônica, é a mesma onde se lança o esgoto doméstico sem nenhum tipo de tratamento, conforme podemos observar na Figura 01.

Figura 01: Residência unifamiliar em área de várzea amazônica, Iranduba - AM.



Fonte: Autor, 2018.

Com intuito de substituir as fossas negras, surgem como alternativa as fossas sépticas biodigestoras, sistema alternativo para o tratamento do efluente sanitário, sendo que os benefícios são a digestão da matéria orgânica por bactérias anaeróbias, a

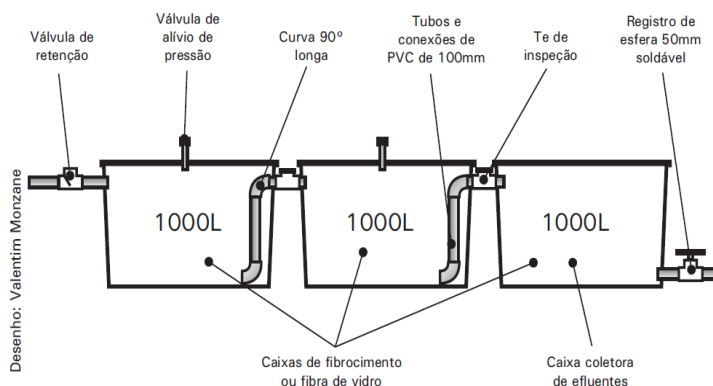
vedação hermética, que evita a proliferação de vetores e doenças, além de evitar a contaminação do solo e das águas subterrâneas (COSTA; GUILHOTO, 2014). O sistema tem como principais vantagens, tratar o esgoto sanitário de forma eficiente e com baixo custo, além da produção do efluente que pode ser utilizado como fertilizante de alta qualidade na agricultura. Pode vir a atender às necessidades urgentes de adoção de tecnologias que visam melhorar o aproveitamento dos recursos hídricos, ao propiciar o tratamento do esgoto doméstico. Este benefício é especialmente importante em comunidades com problemas de escassez hídrica, além da manutenção da qualidade das águas dos poços freáticos e artesianos (GALDINO; MELO, 2000).

Existe um modelo de fossa séptica biodigestora desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (Figura 02), que tem como objetivo substituir as fossas rudimentares, potenciais contaminadores do solo e do lençol freático que são muito utilizadas em propriedades rurais que não tem acesso ao saneamento básico. É uma tecnologia desenvolvida pela Embrapa Instrumentação (São Carlos, SP) há pouco mais de 15 anos, é recomendada e faz parte das políticas públicas do Ministério das Cidades (EMBRAPA, 2017).

A Portaria nº 268, de 22 de março de 2017, que regulamenta o Programa Nacional de Habitação Rural, integrante do Programa Minha Casa, Minha Vida, no Anexo I – Grupo de Renda 1, item 1.3.1, estabelece que aos limites para o custo de edificação ou de reforma da unidade habitacional poderão ser acrescidos, limitando-se ao valor de R\$ 2.500,00 (dois mil e quinhentos reais), os custos relativos à construção de soluções de tratamento de efluentes, tais como: sistemas para destinação de águas residuais, descritos no Manual de Orientações Técnicas

para Elaboração de Propostas para o Programa de Melhorias Sanitárias Domiciliares, elaborado pela Fundação Nacional de Saúde do Ministério da Saúde - FUNASA; e fossas sépticas biodigestoras com projetos desenvolvidos ou aprovados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - EMBRAPA (BRASIL, 2017).

Figura 02: Fossa séptica biodigestora desenvolvida pela EMBRAPA, São Carlos - SP.

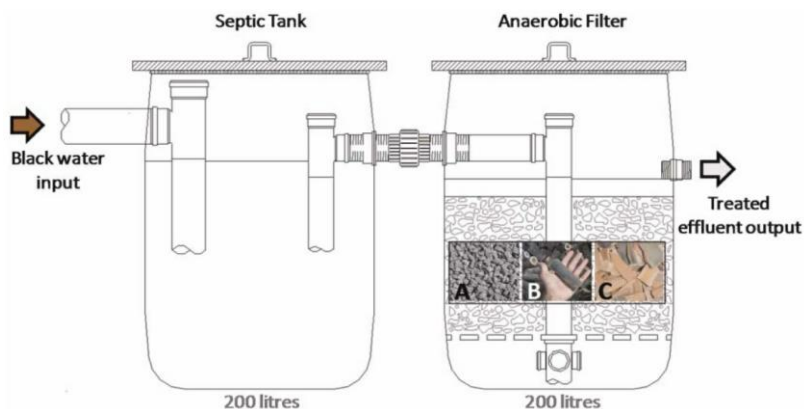


Fonte: GALINDO ET AL., 2010.

Há também um sistema desenvolvido por João Paulo Borges Pedro, no ano de 2015, no Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (Figura 03), que utilizou dois tambores de duzentos litros e três diferentes tipos de mídias (brita n° 5, anéis de bambu, fragmento de tijolos). Os resultados apresentados pelo sistema foram satisfatórios, podendo se tornar uma das ferramentas alternativas para a gestão integrada dos recursos hídricos em áreas de várzeas na Amazônia. Apesar de serem

sistemas individuais eficientes e alguns já antigos, ainda não são bem disseminados na Região Norte. Além do que, as áreas de várzea amazônica podem ser problemáticas para o bom funcionamento dos sistemas sépticos, devido a impossibilidade de aterramento, portanto, um desafio a ser superado é a adaptação da tecnologia ao contexto amazônico (MARMO, 2017).

Figura 03: Sistema compacto para tratamento de esgoto, Tefé - AM.



Fonte: BORGES PEDRO ET AL., 2015.

A implementação desses sistemas alternativos é de extrema importância para se alcançar os objetivos do desenvolvimento sustentável sugeridos pela Organização das Nações Unidas – ONU, que no Objetivo Global 06 estabelece que é necessário assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e saneamento para todos. Esses objetivos deverão ser implementados por todos os países ao longo dos próximos 15 anos até 2030 (ONUBR, 2017).

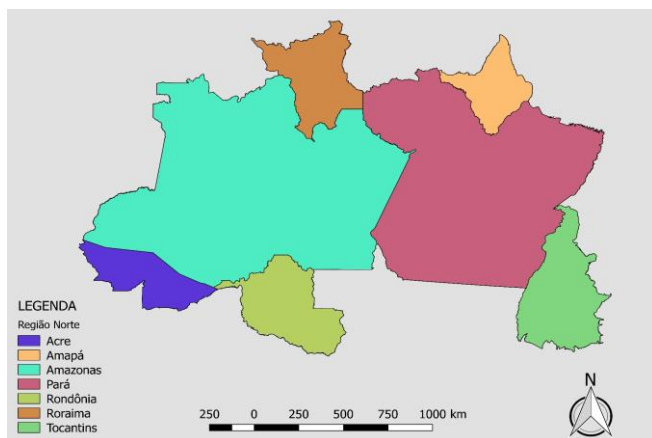
Nessa conjuntura, esse estudo teve como objetivos mostrar uma estimativa percentual da população da região norte que vive em áreas urbanas e rurais, a quantidade de carga orgânica que ainda é lançada de forma inadequada no ambiente nas áreas rurais e a contribuição que os sistemas unifamiliares de tratamento de esgoto podem oferecer para que se evite o lançamento de efluentes diretamente no solo, rios, lagos e igarapés.

Material e Métodos

Área de Estudo

Esse estudo teve como área a Região Norte brasileira (Figura 04), levando em consideração dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. A Amazônia Legal brasileira é uma área gigantesca com aproximadamente 5.020.000 Km² e abrange a totalidade os Estados de Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Pará, Amapá, Tocantins e Mato Grosso (IBGE, 2017).

Figura 04: Estados da Região Norte brasileira.



Fonte: Dados trabalhados pelos autores a partir do banco de dados do IBGE, 2017.

Suas características territoriais são variadas, mas, em geral possui áreas de terra firme e áreas sujeitas a inundação sazonal, também conhecidas como áreas de várzeas. É possuidora de variados recursos naturais e desde o início da colonização portuguesa houve tentativas para extrair ou gerar riquezas, porém, as características naturais da região impossibilitaram a exploração, no entanto, surgiram pequenos núcleos populacionais. Atualmente, a região amazônica é um território em pleno desenvolvimento, o que por outro lado, remete a degradação ambiental da área, principalmente pela expansão da agropecuária (PRATES; BACHA, 2011).

Estimativa da população urbana e rural na Região Norte e da contribuição de carga orgânica

As estimativas populacionais foram organizadas e analisadas a partir da base de dados estatísticos do censo demográfico do ano de 2010, adquiridos do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, junto a NBR nº 13.969 de 1997.

Foram realizadas consultas e registradas em fichas as seguintes informações por estado da Região Norte: quantitativo da população total, urbana e rural; quantitativo de habitantes sem coleta e tratamento de esgoto, e contribuição no lançamento de carga orgânica sem tratamento prévio. Para o tratamento e análise dos dados foi utilizado o programa computacional Excel.

Para estimar a quantidade de pessoas que se encontram sem coleta e tratamento de esgoto nas áreas rurais da Região Norte, foi levado em consideração o estudo de Costa e Guilhoto (2014), que estimam que 75% do total da população que vive em áreas rurais no Brasil, não possuem nenhum tipo de tecnologia adequada para a coleta e o tratamento do esgoto sanitário.

Para estimar a contribuição que a população rural da Região Norte tem para o despejo de carga orgânica sem nenhum tipo de tratamento no ambiente, foram utilizados dados obtidos do Atlas Esgoto de 2017 da Agência Nacional de Águas – ANA. Também foram utilizados dados técnicos da ABNT NBR nº 13.969 de setembro de 1997, com relação a quantidade de carga orgânica gerada por dia por habitante.

Estimativa da contribuição dos sistemas unifamiliares de tratamento de esgoto

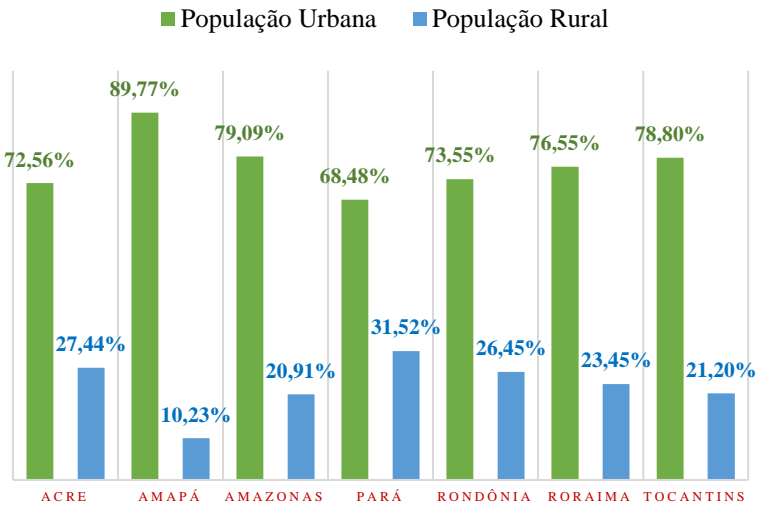
Para estimativa da quantidade de carga orgânica que deixariam de ser lançadas de forma inadequada no meio ambiente, caso houvesse a implementação dos sistemas unifamiliares de tratamento de esgoto em todas as áreas rurais da região norte, levou-se em consideração a eficiência de remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO.

Essa estimativa de redução foi feita com base na eficiência de tratamentos unifamiliares já consolidados. Foram avaliados três tipos de sistemas alternativos: o recomendado pela ABNT NBR nº 13.969 de setembro de 1997, o modelo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, e o sistema desenvolvido por João Paulo Borges Pedro, no ano de 2015, no Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. Foi levado em consideração, para fins de comparação, os percentuais de eficiência apresentados por estudos realizados anteriormente

Resultados e Discussão

Muitos aglomerados habitacionais da Região Norte do Brasil estão em áreas de várzea amazônica, o que dificulta ainda mais a implantação de sistemas unifamiliares de tratamento de esgoto sanitário convencionais. Estima-se que nessa região há cerca de 4,2 milhões de pessoas, e, a Figura 05, demonstra a porcentagem da população que vive nessas áreas.

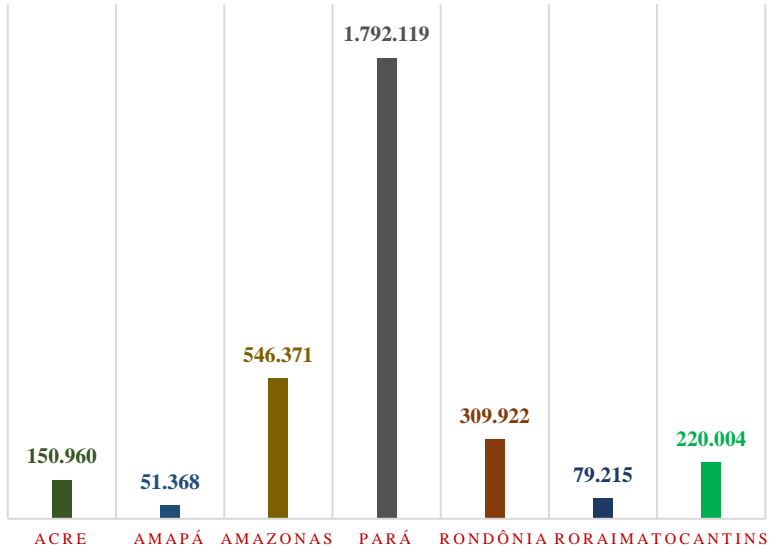
Figura 05: População urbana e rural da Região Norte, por estado.



Fonte: Dados trabalhados pelos autores a partir do banco de dados do IBGE, 2010.

Observa-se que o estado da Região Norte que possui maior população vivendo em área rural é o Pará, seguido por Amazonas, Rondônia, Tocantins, Acre, Roraima e Amapá. Levando em consideração o descrito por Costa e Guilhoto (2014), de que cerca de 75% da população rural no Brasil não possui acesso à coleta e ao tratamento de esgoto, a Figura 06, demonstra a quantidade total de população que vive em área rural por estado da Região Norte, e que não possui nenhum tipo de coleta e tratamento de esgoto.

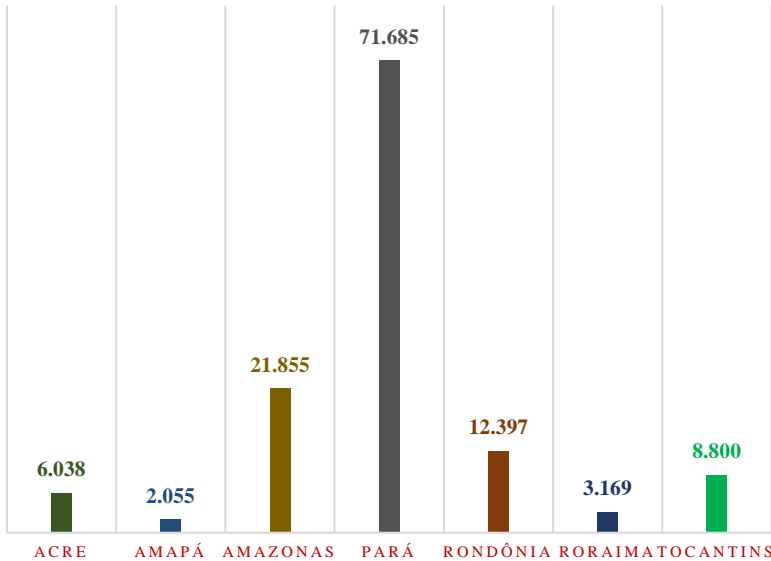
Figura 06: População rural sem coleta e tratamento de esgoto nos estados da Região Norte.



Fonte: Dados trabalhados pelos autores a partir do banco de dados do IBGE, 2010.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, estabelece na Norma Regulamentadora - NBR nº 13.969 de 1997, que a contribuição de carga orgânica para usuários de residências de baixo padrão é de 40 g.DBO/dia. Sendo assim, a Figura 07, demonstra a quantidade de carga orgânica (kg.DBO/dia), que é disposto diariamente de forma inadequada no solo e/ou nos mananciais, por estado da Região Norte do Brasil.

Figura 07 FWACHOLLZ@UEA.EDU.BR: Estimativa de carga orgânica (kg.DBO/dia) lançada sem tratamento no solo e/ou nos recursos hídricos da Região Norte do Brasil.



Fonte: Dados trabalhados pelos autores a partir do banco de dados do IBGE, 2010 e ABNT, 1997.

Verifica-se que nas Figuras 06 e 07, a quantidade de carga orgânica de DBO/dia é proporcional ao número de habitantes de cada Estado. Porém, em números gerais, a Região Norte do Brasil tem cerca de 3.149.959 milhões de pessoas sem acesso à coleta e ao tratamento de esgoto, contribuindo com cerca de 125.998 kg.DBO/dia, que são lançados diretamente no solo e/ou nos mananciais, causando degradação ambiental dos ecossistemas e oferecendo risco de contaminação por doenças,

principalmente as de veiculação hídrica.

Os sistemas unifamiliares de tratamento de esgoto são a melhor alternativa para o esgotamento sanitário em regiões rurais, se as políticas públicas contemplassem toda a população residente nessas áreas, a redução de carga orgânica seria significativa (Tabela 01), contribuindo para a conservação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Tabela 01: Estimativa de redução de carga orgânica para diferentes sistemas unifamiliares.

	ABNT (1997)	SISTEMA EMBRAPA (Peres et al., 2010)	(Borges Pedro et al., 2015)
Estimativa de redução de carga orgânica (DBO)	40% - 75%	60% - 95%	64% - 87%

Fonte: Dados trabalhados pelos autores a partir do banco de dados da ABNT, 1997, Peres et al., 2010, Borges Pedro et al., 2015.

Com relação a redução de carga orgânica, o sistema biodigestor recomendado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, na Norma Regulamentadora – NR nº 13.969 de setembro de 1997, estima uma redução de carga orgânica na faixa de 40 – 75%, os estudos de Peres et al. (2010) mostraram que o sistema desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, apresentou uma redução na faixa de 60 – 95%, já os estudos desenvolvidos por Borges Pedro et al.

(2015), demonstraram uma redução na faixa de 64 – 87%, dependendo do tipo de mídia alternativa utilizada. Ou seja, com relação a estimativa do total de carga orgânica lançada nas áreas rurais da Região Norte, o biodigestor da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT tem capacidade de remover de 50.399 a 94.499 kg.DBO/dia, a fossa séptica biodigestora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, nos estudos apresentados, tem capacidade de remover de 75.599 a 119.698 kg.DBO/dia e o sistema do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, nos estudos de Borges Pedro et al. (2015), tem capacidade de remover de 80.639 a 109.618 kg.DBO/dia. Sendo assim, os três sistemas podem contribuir para a gestão integrada dos recursos hídricos, evitando a contaminação dos mananciais, mantendo e/ou melhorando a qualidade da água.

Conclusões

A Região Norte brasileira ainda possui uma grande quantidade de pessoas habitando áreas rurais, e apesar de ser levado em consideração que 75% dessa população não possui acesso à coleta e ao tratamento de esgoto, esse número pode ser ainda maior, devido a precariedade do saneamento básico da região.

A população das áreas rurais e isoladas da região amazônica contribui no despejo de carga orgânica e apesar da grande abundância dos rios amazônicos, o esgoto sem tratamento prévio, causa a proliferação de doenças de veiculação hídrica e pode contribuir para a degradação dos mananciais com o passar do tempo.

Para se alcançar os objetivos do desenvolvimento sustentável, sugeridos pela Organização das Nações Unidas – ONU, é essencial a busca de tecnologias que possam contribuir com o saneamento ambiental em todas as regiões do País, e os sistemas unifamiliares de tratamento de esgoto têm comprovadamente boa eficiência de redução de carga orgânica e são as opções economicamente viáveis para as áreas rurais.

Com os resultados alcançados, pode ser possível realizar uma análise crítica e levantar dados para a implantação de políticas públicas para o tratamento do esgoto sanitário lançado de forma *in natura* em áreas rurais e isoladas dos estados da Região Norte brasileira.

Agradecimentos

À Universidade do Estado do Amazonas – UEA, e ao Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM.

Referências

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1997. *Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final de efluentes líquidos – Projeto, construção e operação*. (Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR n° 13.969).

BORGES PEDRO, J. P.; GOMES, M. C. R. L.; APEL, L. *Technical and economic viability of a compact, partially submersed black water treatment system for floating residences*. Water Practice & Technology. Vol. 10, nº 1, 2015, London, England.

BRASIL, 2017. *Portaria nº 268, de 22 de março de 2017 - Regulamenta o Programa Nacional de Habitação Rural, integrante do Programa Minha Casa, Minha Vida, para os fins que especifica*. Diário Oficial da União. Ed. 58. Seção 1. Pg. 115. (Brasília: Ministério das Cidades).

COSTA, C. C. da; GUILHOTO, J. J. M. *Saneamento Rural no Brasil: impacto da fossa séptica biodigestora*. (São Carlos: Associação Brasileira de Engenharia Ambiental e Sanitária. Artigo Técnico. Reg. ABES: 171. p. 50-60. 2014).

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária, 2017. *Soluções Tecnológicas – Fossa Séptica Biodigestora*. (São Carlos: Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produtoservico/721/fossa-septica-biodigestora>. Acesso em 19 de dez de 2017).

GALINDO, N.; SILVA, W. T. L da; NOVAES, A. P. de; GODOY, L. A. de; SOARES, M. T. S.; GALVANI, F. *Perguntas e respostas: fossa séptica biodigestora* (São Carlos: Embrapa Instrumentação. 2010).

GALDINO, S.; MELO, E.C. *Recursos hídricos*. In: SILVA, J.S.V. (Org) *Zoneamento ambiental da Borda Oeste do Pantanal: maciço do Urucum e adjacências*. (Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. 2000).

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. *População residente por situação de domicílio, Brasil - 2010*. (Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico de 2010. Disponível em <http://7a12.ibge.gov.br/vamos-conhecer-o-brasil/nosso-povo/caracteristicas-dapopulacao.html>. Acesso em: 28 de mar de 2017).

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. *Áreas Especiais - Cadastro de Municípios localizados na Amazônia Legal*. (Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/amazonialegal.shtm?c=2>. Acesso em 12 de dez de 2017).

KOBIYAMA, M.; MOTA, A. A.; CORCEUIL, C. W. *Saneamento rural*. In: Seminário Saneamento Ambiental. (Rio Negrinho: ACIRNE. Anais. 2008. Disponível em http://www.labhidro.ufsc.br/Projetos/ARTI_2008/Artigo%20%20_Kobiyama%20Mota%20e%20Corceuil_.pdf. Acesso em 19 de jan de 2018).

LIMA, F. T. da S.; PEREIRA, C. de S. S.; PEREIRA, A. R.; CÂNDIDA, F. de S. de F. *Projeto de implantação de sistema de fossa séptica biodigestora e clorador no sítio Rio Manso/RJ*. Revista Fluminense de Extensão Universitária, Vassouras, v. 2, n. 2, p. 11-26, 2012.

MARMO, C. R. *Pesquisadores adaptam fossa séptica biodigestora para áreas inundáveis*. (São Carlos: Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, 2017. Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-denoticias/-/noticia/27572275/pesquisadores-adaptam-fossa-septica-biodigestora-paraareas-inundaveis>. Acesso em 19 de jan de 2018).

ONUBR – Organização das Nações Unidas Brasil, 2018. *Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. (Rio de Janeiro: Organização das Nações Unidas do Brasil. Disponível em <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em 01 de ago de 2018).

PERES, L. J. S., HUSSAR, G. J., BELI, E. *Eficiência do tratamento de esgoto doméstico de comunidades rurais por meio de fossas sépticas biodigestor*. Revista Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 1, p. 020-036, 2010.

PRATES, R. C.; BACHA, C. J. C. *Os Processos de desenvolvimento e desmatamento da Amazônia*. Revista Economia e Sociedade, Campinas, v. 20, n.º 3 (43), p. 601-636, 2011.

SILVA, C. H. R. T. *Recursos Hídricos e Desenvolvimento Sustentável No Brasil*. (Brasília: Senado Federal, Consultoria Legislativa, 9 p. Boletim Legislativo; n.º 23, 2012).

TRATA BRASIL, 2017. *Situação Saneamento no Brasil*. (São Paulo: Instituto Trata Brasil. Disponível em

<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil>. Acesso em 19 de jan de 2018). pp. 1- 4.

SALLES, F. F. *A ordem ephemeroptera no Brasil (Insecta): taxonomia e diversidade*. 2006. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois, Press: Urbana, 1949.

SILVEIRA, M. P.; QUEIROZ, J. P.; BOEIRA, R. C. *Protocolo de coleta e preparação de amostras de macroinvertebrados bentônicos em riachos*. Comunicado técnico. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004.

SOUZA, A.H.F.F.; ABÍLIO, F.J.P. *Zoobentos de duas lagoas intermitentes da caatinga paraibana e as influências do ciclo hidrológico*. Revista de Biologia e Ciências da Terra, 2006. pp. 146 – 164.

TER BRAAK, C.J.F.; SMILAUER, P. *CANOCO Reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5)*. Ithaca, Microcomputer Power, 2002. 500p.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. *Ecossistemas de águas interiores*. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Orgs). *Águas doces no Brasil – Capital ecológico uso e conservação*. 2 ed. 2002. São Paulo: Escrituras.

TRIVINHO-STRIXINO, S. *Larvas de Chironomidae. Guia de identificação e diagnose dos gêneros.* São Carlos, Depto Hidrobiologia/Lab. Entomologia Aquática/UFSCar, 2011.

VINSON, M. R.; HAWKINS, C. P. *Biodiversity of stream insects variation at local, basin and regional scales.* Annual Revista Entomologia. 1998. pp. 271-293.

WALLACE, J. B.; ANDERSON, N. H. *Habitat, Life History and Behavioral Adaptations of Aquatic Insects.* In: MERRITT, R. W.; CUMMINS K. W. (Eds). *An introduction to the aquatic insects of North America.* 3 ed. Kendall: Hunt Publishing. 1996.

CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA: UM ESTUDO DE CASO EM POÇOS RASOS, NA CIDADE DE ALTA FLORESTA D'OESTE – RONDÔNIA/BRASIL

Carla Silveira ARRUDA

Maria Madalena CAVALCANTE

Neila Mara RODRIGUES

Claudia Araújo Cleomar XIMENES

Nubia CARMELLO

Introdução

As águas subterrâneas assumem papel fundamental no abastecimento total ou parcial de áreas urbanas e agrícolas, a fim de atender às demandas acarretadas pelas diversas atividades exercidas pela sociedade, bem como para o seu próprio consumo. Nesse último, a qualidade da água deve atender aos padrões de potabilidade estabelecidos por instituições competentes, cuja responsabilidade, no Brasil, é assumida pelo Ministério da Saúde por meio da Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017.

A Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, entre seus princípios, destaca-se o “abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos

realizados de forma adequada à saúde pública e à proteção do meio ambiente”, sendo este, também, considerado o conjunto de serviços que definem o saneamento básico no país.

Dessa forma, a problemática se instala quando as cidades não são providas desses e/ou algum desses serviços total ou parcialmente, de modo que, os efluentes e resíduos domésticos que não recebem destinação adequada acabam contaminando o solo e, conseqüentemente, o lençol freático, que comumente é acessado, por meio de poços rasos e utilizados como uma das principais fontes de abastecimento de água para a população humana.

Outro fator que potencializa a contaminação do lençol freático é a negligência com os padrões construtivos, a exemplo os preconizados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) na NBR 12.212/1992, que estabelece os principais procedimentos técnicos para um projeto de construção de poços para captação de água subterrânea, que visam, sobretudo, garantir a proteção da fonte de abastecimento, bem como melhor qualidade da água, minimizando os riscos à saúde dos consumidores desse recurso.

O presente estudo foi desenvolvido na área urbana do município de Alta Floresta D'Oeste, que se encontra localizado sobre a bacia hidrográfica do Rio Branco, e desde 2011/2012 promove mobilizações em prol da implantação e implementação de Comitê de Bacia Hidrografia, a fim de garantir uma gestão hídrica de forma sustentável (CARMELLO *et al*, 2015; CARMELLO *et al*, 2016).

Tais ações culminaram para a instituição, em 31 de julho de 2014, por meio da Resolução nº 19.061, denominado Comitê da Bacia Hidrográfica dos rios Rio Branco e Colorado (CBH-RBC-RO), concomitantemente com outros quatro comitês a nível estadual, sendo este fator considerado um avanço positivo, no que tange a melhoria na implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei Complementar nº 255, de 25 de janeiro de 2002) (IPEA, 2017).

No entanto, durante todo o processo de mobilização para a instituição e implementação do CBH-RBC-RO, observou-se uma lacuna nos discursos frente às águas subterrâneas. Fato que corrobora com o que já vem sendo discutido entre diversos estudiosos, dentre os quais se destacam Libâneo (2010), Cech (2013) e Frezee & Cherry (2017), além de afirmarem que as águas superficiais ganham maior enfoque em relação às águas subterrâneas, isto além de comumente serem tratadas de modo desvinculado.

Nesse viés, a presente pesquisa tem como objetivo principal avaliar a qualidade da água subterrânea de poços rasos, tipo amazonas, os quais também se classificam como solução alternativa individual (SAI)⁷ de abastecimento de água, utilizando como principal indicador os coliformes termotolerantes,

⁷ Solução alternativa individual de abastecimento de água para consumo humano: modalidade de abastecimento de água para consumo humano que atenda a domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017.

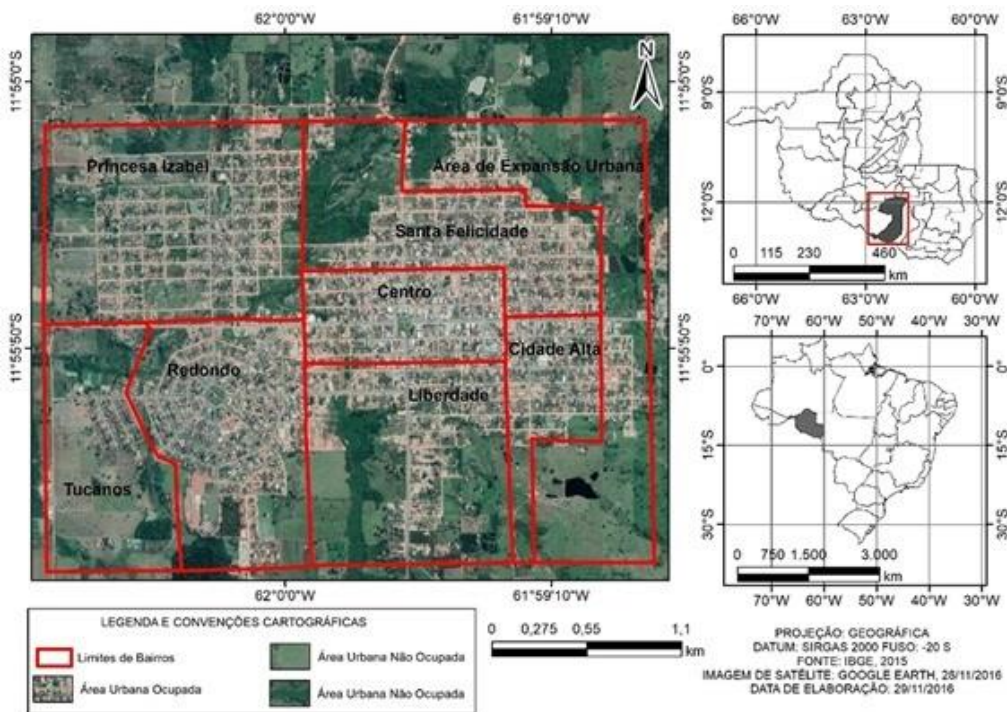
considerando as variações sazonais, ou seja, os períodos seco e chuvoso.

Área de estudo

De acordo com o IBGE (2010), o município de Alta Floresta D'Oeste possui uma extensão de 7.067,025 (Km²), com 24.392 habitantes, sendo 13.970 habitantes urbanos e 10.422 habitantes rurais, com densidade populacional correspondente a 3,45 (hab/km²), cuja estimativa populacional é de 25.437 habitantes para o ano de 2017.

A área de estudo foi delimitada considerando os limites dos setores censitários urbanos do município, conforme estabelecidos pelo IBGE (2010), sendo que os dezenove setores somam 8,796 Km². Desses, foram unificados os que correspondiam ao mesmo bairro, resultando, assim, em oito setores, dos quais sete mantiveram a nomenclatura dos bairros da cidade, enquanto o setor que se encontrava sem nomenclatura foi denominado pela autora como Área de Expansão Urbana, conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1. Mapa de localização do perímetro urbano do município de Alta Floresta D'Oeste.



Material e métodos

A presente pesquisa constitui-se de caráter qualitativo, norteadada pelo método indutivo, método que parte de uma análise sistemática do individual para uma generalizada sobre determinados fatos ou fenômenos.

De acordo com Marconi e Lakatos (2003), esse método consiste em três etapas: observação dos fenômenos; descoberta da relação constante entre eles e generalização da relação. Desse modo, a indução científica caracteriza-se por possibilitar a afirmação ou a refutação de uma determinada premissa. No entanto, a conclusão apresenta sobre os objetos observados a provável verdade sobre os demais que não foram investigados, que estejam nas mesmas condições e características.

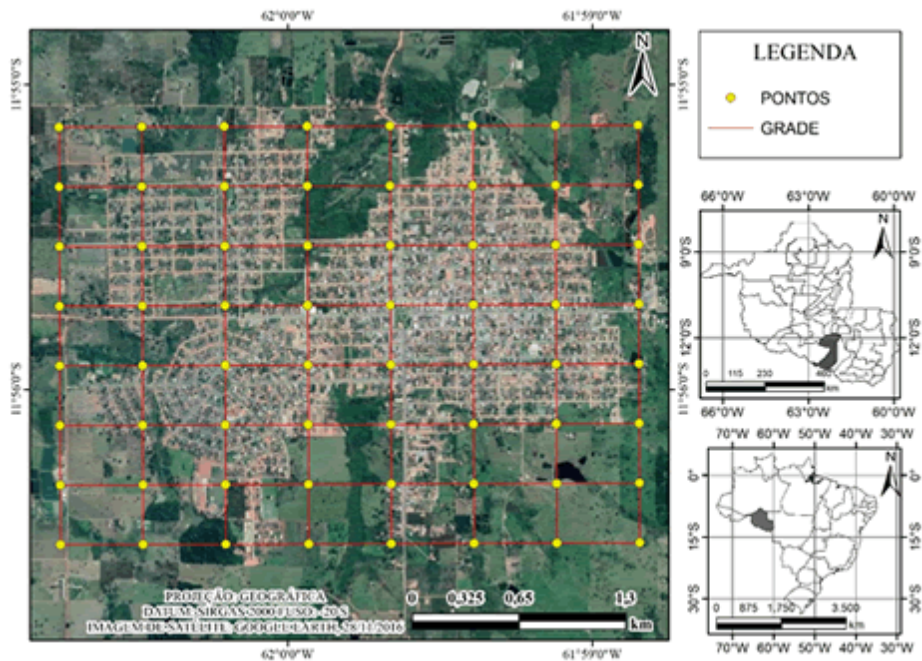
Quanto aos procedimentos metodológicos, esses se constituíram em quatro etapas: trabalho de gabinete; trabalho em campo; análises laboratoriais e análise com estatística descritiva.

A parte de gabinete resume-se em pesquisas de fontes secundárias que serviram de embasamento teórico conceitual, bem como na compilação e discussão dos resultados. O trabalho de campo consistiu em levantamento de dados primários. As análises laboratoriais permitiram a aferição dos resultados das amostras coletadas em campo que, após compiladas, receberam o tratamento estatístico, por meio da estatística descritiva, viabilizado pelo *software excel* 2016.

Definição do número amostral

O número amostral foi definido considerando a área total de estudo (8,796 Km²), conforme estabelecidos pelo IBGE (2010). Em seguida, foi estabelecido um *grid* com espaçamento entre linhas, de aproximadamente quinhentos metros, no sentido horizontal, sendo este sobreposto na imagem da área obtida do *Google Earth* (2016) a partir do uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG), através do *software*: ARCGIS 9.3. Com isso obteve-se o resultado de 49 pontos distribuídos uniformemente ao encontro entre linhas, com o objetivo de nortear a espacialização dos pontos amostrais em campo, conforme demonstra a Figura 2.

Figura 2. Croqui da distribuição dos pontos amostrais



Fonte: Elaborado pelos autores.

A escolha dos pontos amostrais em campo, contou com o auxílio do croqui da Figura 2, mais um croqui das quadras da cidade, disponibilizado pela prefeitura municipal, juntamente com um aparelho de GPS portátil, da marca GARMIN, modelo GPSmap – 76CSx mark, sendo o mesmo que registrou as coordenadas geográficas dos referidos pontos, em formato UTM (*Universal Transverso de Mercator*), bem como possibilitou a seleção dos pontos amostrais conforme definição de amostragem aleatória simples, em unidade espacial, conforme preconizado por Gerardi e Silva (1981).

A coleta, transporte e análise das amostras seguiram os procedimentos metodológicos estabelecidos pelo “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*” (APHA, 2012), juntamente com a metodologia do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimentos, comunidades aquáticas e efluentes líquidas (CETESB, 2011). Ademais, vale ressaltar que as análises microbiológicas foram realizadas por meio do método de membrana filtrante, que possibilita uma análise quali-quantitativa da água que é expressada em Unidades Formadoras de Colônias (UFC).

Entre os microrganismos que compõem o grupo dos termotolerantes, a espécie *Escherichia coli* (*E. coli*) destoa-se das demais por ser a única espécie que habita exclusivamente o intestino humano e de animais de sangue quente, ocorre em quantidades elevadas, entre as demais espécies do 2º grupo dos coliformes termotolerantes⁸, de modo que não se reproduz no

⁸ Coliformes termotolerantes: definido de acordo com a Fundação Nacional da Saúde (FUNASA), (BRASIL, 2013).

meio aquático, sendo assim, um importante indicador de contaminação recente.

Os coliformes totais⁹ são considerados um importante indicador da qualidade da água entre a vasta diversidade de microrganismos patogênicos existentes nas águas superficiais e subterrâneas, de modo que são mundialmente utilizados para monitoramento da qualidade da água para consumo, são capazes de sobreviver em meio aquático, fermentar a lactose e produzir ácido ou aldeído em 24 a 48 horas em temperaturas de 35 a 37°C (LIBÂNIO, 2010).

Tamanha é a relevância desse parâmetro, devido às diversas doenças de transmissão ou veiculação hídrica que podem acarretar aos indivíduos que consomem ou entram em contato com águas contaminadas, que a legislação brasileira pertinente indica que os sistemas de abastecimento – coletivos ou individuais (fontes, minas ou poços) devem apresentar ausência destes microrganismos para que a água seja considerada potável, bem como são considerados indicadores de condições higiênicas (BRASIL, 2013).

Para análise microbiológica das amostras de água subterrânea, diluíram-se 10 vezes com água deionizada estéril. Depois disso, essas foram filtradas utilizando membrana filtrante de acetato de celulose quadriculada de 0,45 µm de porosidade (Millipore), diâmetro de 47 mm. Em seguida, as membranas foram colocadas em placas de Petri, sobre o meio de cultura *Chromocult Coliform Agar* e incubadas à 35 °C por 24 horas. Os resultados positivos de presença de coliformes totais

⁹ Coliformes totais: definidos de acordo com a Fundação Nacional da Saúde (FUNASA), (BRASIL, 2013).

apresentaram colônias rosa/lilás e os de coliformes fecais (*Escherichia coli*) apresentavam colônias violetas/pretas.

Passadas as 24 horas de incubação, realizou-se a contagem das unidades formadoras de colônias (UFC) de cada amostra analisada. Após contagem das colônias, realizou-se o cálculo da densidade de coliformes presentes na amostra, utilizando-se da seguinte equação.

UFC/100 mL = Número de colônias x número de diluição (10 vezes).

Tal equação resulta na multiplicação do número de colônias identificado nas membranas pela diluição (10 vezes), sendo que os Coliformes totais é a soma da *E.coli* com os demais coliformes. Os resultados foram apresentados em UFC/100 mL.

Materiais utilizados para essas análises foram os seguintes: autoclave, estufa Bacteriológica, placas de Petri, pipetas graduadas, bico de Bunsen, membrana filtrante, *Chromocult Coliform Agar*, erlenmeyer 250 mL, equipamento de filtração com porta-filtro, água deionizada e esterilizada para diluição, álcool a 70%, espátula de aço inox esterilizada, bomba de vácuo e balança analítica.

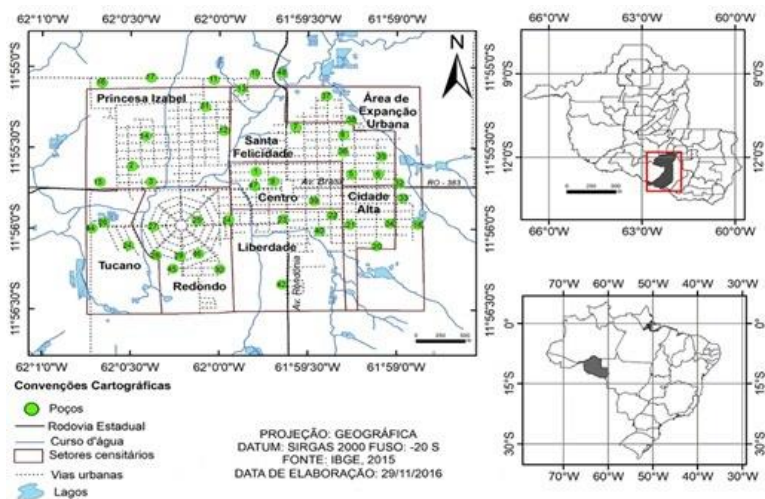
Resultados e discussão

Foram cadastrados 49 poços na cidade de Alta Floresta D'Oeste, no entanto, foram considerados 45 poços para as análises estatísticas em ambos os períodos (seco e chuvoso), cuja

distribuição está apresentada na Figura 3. O motivo da redução do número amostral se deve ao fato de que no período chuvoso, três poços estavam desativados (26, 15 e 24), e, o poço nº 43 foi excluído da análise estatística por apresentar baixa correlação entre os demais pontos.

Para cada poço analisado, foi aplicado um formulário semiestruturado, a um dos moradores responsáveis pelo domicílio, visando obter informações complementares que subsidiaram na contextualização da avaliação dos resultados obtidos.

Figura 3. Mapa de espacialização dos poços analisados.



De acordo com os moradores participantes da pesquisa, para o tratamento da água são adotados os seguintes procedimentos, antes do consumo: filtragem, fervura e uso de hipoclorito de sódio (NaClO), ou seja, o cloro. No entanto, alguns

afirmaram não utilizar nenhum destes, mas sim a água *in natura*, ou seja, sem nenhum tratamento de desinfecção antes do consumo, o que pode acarretar em intensificação dos riscos de doenças de veiculação hídrica, considerando que o município é desprovido de serviços de coleta e tratamento de esgoto doméstico, sendo utilizada comumente a prática de fossas negras.

Pois, mesmo que a água apresente características organolépticas satisfatórias, esses fatores não são suficientes para determinar a segurança da qualidade da água para consumo humano.

Considerando o universo amostral (45 moradores entrevistados), 44% dos moradores afirmaram não ter acesso à rede de distribuição de água do município, sendo este um dos fatores que os levam a utilizar o poço como fonte alternativa de abastecimento, enquanto 24% alegou ter acesso à rede, mas optaram em não ligar à sua residência, entre os motivos da opção, destaca-se a frequente falta de água somada a má qualidade em relação à água do poço, sendo esta julgada com melhor qualidade, pela maioria da população participante da pesquisa. Destacam-se usos restritos e esporádicos (18%); possui água do SAAE, mas não utiliza (9%) e que solicitaram desligamento (4%), motivados pelo fornecimento quali-quantitativo insatisfatório.

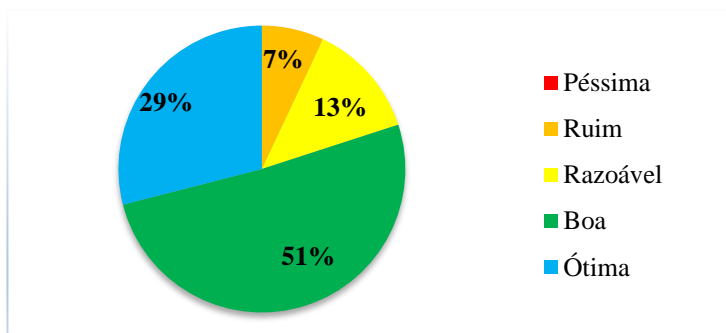
Tais fatos, também, podem ser evidenciados com as informações publicadas no Portal do Saneamento Básico¹⁰, em 26

¹⁰ SAAE de Alta Floresta, RO, poderá suspender o fornecimento de água. Disponível em: <<https://www.saneamentobasico.com.br/saae-de-alta-floresta-ro-poderá-suspender-o-fornecimento-de-agua/>>. Acesso em: 20 de junho de 2017.

de junho de 2015, no qual se constata uma intervenção do Ministério Público, por meio da Promotoria de Justiça de Alta Floresta D'Oeste, que instaurou uma liminar proibindo o SAAE de efetuar a cobrança pelo fornecimento de água dos usuários domésticos. Os motivos do processo elencam a falta de fornecimento de água tratada e contaminação por coliformes fecais na água fornecida.

Nesse contexto, evidencia-se que os moradores participantes da pesquisa, têm apresentado certa preferência pelo uso da água do poço, que pode ser afirmado com a resposta dada, de forma empírica, quando questionado como estes consideram a qualidade da água do poço, conforme pode ser observado no Gráfico 1.

Gráfico 1. Percepção dos moradores sobre a qualidade da água dos poços avaliados.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota-se, na figura 4, que não houve afirmativas que classificasse a água do poço como péssima, levando 80% a classificá-la como ótima ou boa.

A grande maioria dos poços fornece água para abastecer apenas uma residência, apenas dois desses abastecem duas residências simultaneamente. 22% das residências participantes da pesquisa apresentavam mais de seis moradores o restante apresentou uma média de três moradores por residência.

Quanto a água utilizada para consumo humano, utilizada pelos moradores, a maior parcela dos investigados (29%) alegou comprar água envazada, frente a 18% que mencionou utilizar a água do poço *in natura*, ou seja, sem nenhum tipo de tratamento prévio, enquanto os demais afirmaram utilizar algum tipo de tratamento prévio (filtração, fervura e/ou cloração).

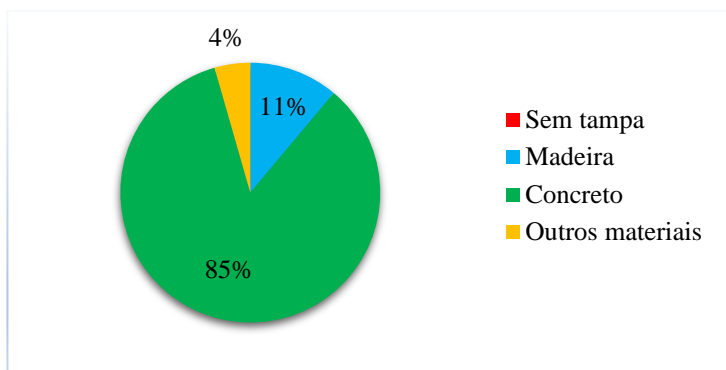
Embora 69% dos moradores amostrados assinalarem adicionar cloro no poço, quando questionado sobre a frequência em que este processo ocorria, notou-se que não há uma regularidade temporal, o que pode comprometer a eficiência desse tipo de tratamento da água. Ademais, a maioria desses moradores relata, ainda, que só adicionam cloro quando o agente de saúde passa - período que pode variar de um a três meses, em média. Além disso, há vezes em que tais agentes realizam a visita e não possuem o produto para disponibilizá-lo aos moradores.

Sobre os aspectos construtivos dos poços analisados, 44% apresentaram manilha ao revestimento interno, 22% de tal revestimento era constituído de tijolos, enquanto 4% possuíam ambas as formas de revestimento, frente a 29% que não apresentaram nenhum tipo de revestimento interno.

A respeito da alteração da cor da água, 33% dos moradores participantes da pesquisa disseram observar alteração na cor da água de seus poços no decorrer do ano, principalmente, em período de maior pluviosidade, os demais fizeram afirmação negativa em relação a esta questão.

Sobre as condições de tamponamento dos poços, o Gráfico 2 ilustra da seguinte forma:

Gráfico 2. Gráfico sobre os tipos de tampa dos poços avaliados.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Embora nenhum poço tenha sido identificado sem tampa, alguns foram encontrados precariamente tampados, a exemplo da Figura 4:

Figura 4. Condições da tampa de alguns poços avaliados.



A) Poço com tampa improvisada com telhas de amianto.



B) Poço com tampa improvisada com madeira e forro PVC (Policloreto de polivinila) em ambiente coberto, mas com presença de sujeiras na superfície.

Fonte: Banco de dados da pesquisa.

Tampas nessas condições não vedam o suficiente a entrada de possíveis contaminantes oriundos da superfície, o que pode ser percebido em alguns destes a presença de baratas, fungos entre outros tipos de insetos e sujeiras, demonstrando, entre outros aspectos, desacordo com o que prevê a NBR 12.212/1992, bem como as condições higiênicas, que muitas vezes eram inadequadas, no ambiente onde estes estavam inseridos.

Vale mencionar que todas as residências visitadas possuíam fossas como alternativa para destinação final de efluentes domésticos, sendo 13% correspondente a fossas sépticas, enquanto a maioria das fossas foi assinalada como negras, ou seja, rudimentar, sem nenhum mecanismo que minimize a infiltração destes no solo e, conseqüentemente, podendo aumentar o risco de contaminação das águas subterrâneas.

A Tabela 1 apresenta de forma sintetizada, alguns dados estatísticos de caracterização dos poços, de modo que estes, também, serão considerados no sentido *stricto sensu*, nos itens seguintes, para auxiliar na interpretação dos resultados obtidos em cada parâmetro, nas análises de cada um dos poços investigados.

Tabela 1. Altitude do relevo e atributos físicos dos poços investigados

D.P. = Desvio Padrão

	Altitude	Profundidade	Diâmetro	Nível estático período seco	Nível estático período chuvoso
Média	346,91	7,48	1,28	5,94	5,12
Mínimo	327,00	2,05	0,95	0,80	0,39
Máximo	382,00	13,87	1,60	12,10	11,42
D.P.	11,66	3,45	0,17	3,39	3,40
	Metro (m)				

Fonte: Elaborado pelos autores.

Vale frisar que coliformes totais representam ampla gama de coliformes termotolerantes, entre os quais os de origem estritamente fecal, sendo esses os que apresentam maior risco a saúde humana, por estarem associados a doenças diarreicas, entre outras.

Tran *et al* (2015) lembra que, embora este seja um indicador amplamente utilizado e consolidado, por ser um método barato e eficiente na relação de contaminação de origem fecal, não significa que na ausência destes, não ocorram a presença de outros microrganismos mais persistentes, como: *Cryptosporidium*, *Salmonella spp.*, e *Giardia spp.*, enterovírus humanos, adenovírus e colifagos, por exemplo. O mesmo autor, também, conclui em seu estudo, que a taxa de detecção e frequência de detecção são critérios fundamentais para definir marcadores químicos e microbianos, em casos de identificação, avaliação e caracterização de contaminação fecal em corpos hídricos (superficiais e subterrâneos).

A contaminação por coliformes totais nas amostras apresentou variância entre 0 a 4.040 UFC/100ml (Tabela 2), no período de menor pluviosidade, cujas amostras contaminadas corresponderam a 87% dos poços, frente a 100% no período chuvoso, cuja variação do valor mínimo e máximo pode ser observada na Tabela 2, bem como ser observada a média de UFC, que demonstra um aumento considerável de contaminação neste último período, em relação ao primeiro.

Tabela 2. Resultado da estatística descritiva dos coliformes totais nos poços avaliados

Parâmetros	Unidades de medida	Méd	Mín	Máx.	D.P.	Méd	Mín	Máx.	D.P.
		Período Seco				Período Chuvoso			
Coliformes Totais	*(UFC/100ml)	96	0	404	98	259	14	784	219

Nota: (*) Dados referente as análises microbiológicas apresentados sem o cálculo de multiplicação por 10.

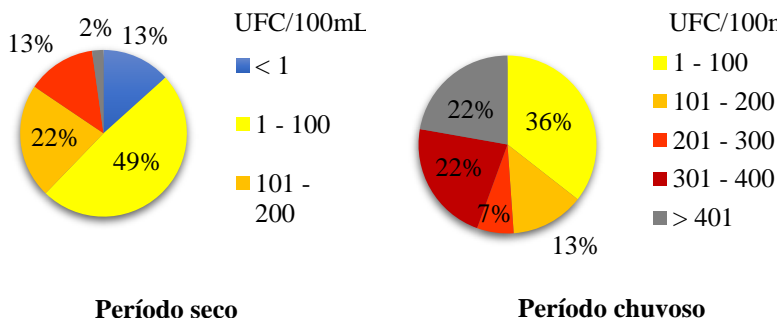
Fonte: Elaborado pelos autores.

A parcela de amostragem que não apresenta contaminação no período seco corresponde aos seguintes poços e seus respectivos setores onde estão localizados: 6 e 36 (Santa Felicidade), 15 (Princesa Izabel) e 27, 28 e 46 (Redondo).

No que tange ao período chuvoso, os resultados obtidos coincidem com estudo similar desenvolvido por Lauthartte (2013), no distrito de Jaci-Paraná, município de Porto Velho, soma-se, também, o estudo de Riquelme (2015), na cidade de Rolim de Moura, onde é possível observar uma baixa variação de contaminação entre o período seco (100% dos poços) e chuvoso (98,4 % dos poços) para coliforme fecais, indicando que a água dos poços avaliados está imprópria para consumo humano, conforme preconiza a Portaria de Consolidação nº 5, de 2017.

O Gráfico 3 possibilita avaliar, não só a contaminação, mas as faixas de variação entre ambos os períodos, de modo que fica mais evidente a discrepância de um período para o outro, no qual o chuvoso se destaca pela maior concentração de coliformes totais.

Gráfico 3. Faixas de variação de coliformes totais nos períodos seco e chuvoso nos poços avaliados.



Nota: Dados referente as análises microbiológicas apresentados sem o cálculo de multiplicação por 10.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os poços abrangidos pela parcela cinza, presente no gráfico do período chuvoso, corresponde aos respectivos poços, apresentados por ordem de maior número de unidades formadoras de colônias: 23, 42, 20, 11, 15, 18, 28, 27 e 14. Entre os quais, o poço nº 23 encontra-se bem fechado, porém, externo à residência a uma altitude de 349m, cuja profundidade atinge 8m e 53cm e

possui manilha como revestimento, podendo tal contaminação ser atribuída a outros aspectos, como: idade do poço, que supera 10 anos, bem como o tipo de solo predominante na área de estudo e a proximidade a fossas tipo negra. No entanto, embora considerem a água proveniente do referido poço como boa, os mesmos assinalaram que não utilizam a mesma para consumo direto, mas sim água envasada.

Durante o período de menor pluviosidade, o maior foco de contaminação foi identificado no poço 18, com 4.040 UFC/100ml, localizado na Área de Expansão Urbana, este valor elevado pode ser atribuído a influência de proximidade entre fossas e fontes de contaminação, a exemplo dessa última, foi identificado, em campo, a presença de água residuária oriunda da pia de cozinha a uma distância de aproximadamente 5m. Além disso, o morador salientou que nota-se alteração na cor da água durante o período chuvoso, o que evidência maior capacidade de lixiviação de contaminantes devido às características do solo, classificado como argissolo vermelho-amarelo, que possui boa drenagem, bem como alta suscetibilidade aos processos erosivos, o que demonstra ser um solo pouco consolidado e, conseqüentemente, favorável a infiltração de contaminantes externos.

Ademais, na mesma residência, convivem cerca de dez pessoas, sendo a maioria entre idosos e crianças, cujo grupo de pessoas é considerado mais vulnerável às enfermidades de origem por transmissão ou veiculação hídrica, uma vez que fazem uso diário da água para os diversos fins, inclusive para consumo – após filtragem – e consideram a qualidade da água do poço boa – com qualidade superior ao do sistema do SAAE, a qual estes optaram em não ligar.

A *Escherichia coli* caracteriza-se por ser indicador, estritamente, de origem fecal, assim como não se multiplica no ambiente externo, sendo deste modo, considerado um ótimo indicador de contaminação constante ou recente (MEIRA, 2014). Tran *et al* (2015) também salienta que este é um dos parâmetros mais utilizados para indicar contaminação de origem fecal.

Para o período seco, evidencia-se que seis poços (6, 15, 27, 28, 36 e 46) apresentaram ausência de contaminação por coliformes termotolerantes, bem como de *E.coli*. No entanto, outros quatro poços (21, 30, 38 e 48) embora tenham apresentado presença de coliformes termotolerantes, mostram-se isentos de *E.coli*, correspondendo, assim a dez poços com ausência deste indicador de contaminação de origem fecal.

Considerando o mesmo período sazonal, as UFC de *E. coli* nas amostras variaram de ausência a 580 UFC/100ml, sendo detectado no poço nº10, localizado no setor Santa Felicidade, seguido do poço nº 40 (410 UFC/100mL), localizado no setor Liberdade.

Avaliando as médias obtidas em ambos os períodos sazonais (Tabela 3), é notável que no período chuvoso a concentração de *E.coli* se mostrou, consideravelmente, mais alta.

Tabela 3. Resultados da estatística descritiva da *E. coli* (UFC) dos poços avaliados

Parâmetros	Unidades de medida	Méd.	Mín.	Máx.	D.P.	Méd.	Mín.	Máx.	D.P.
		Período Seco				Período Chuvoso			
<i>Escherichia coli</i>	*(UFC/100ml)	7	0	58	12	66	0	352	100

Nota: (*) Dados referente as análises microbiológicas apresentadas sem o cálculo de multiplicação pelo número de diluição da amostra (10 vezes). Fonte: Elaborado pelos autores.

No período chuvoso, embora 82% dos poços tenham apresentado resultado superior ao período seco para esse parâmetro, alguns poços apresentaram valores menores, em relação ao período seco, a exemplo os nº 29 e 47, que apresentaram 20 e 40 UFC/100mL respectivamente, enquanto no período chuvoso apresentaram ausência.

Riquelme (2015), em estudo similar, porém, com método diferente, desenvolvido na cidade de Rolim de Moura, no estado de Rondônia, obteve o seguinte resultado: índice de 67,2% de *E.coli* (NMP/ml), no período chuvoso, frente a 86,9% no período seco.

Nesse sentido, a contaminação por coliformes, nas águas subterrâneas, pode ser atribuída a “poços velhos, inadequadamente vedados e proximidades de fontes de contaminação, como fossas sépticas, currais e áreas de pastagem ocupadas por animais” (STUKEL, *et al*, 1990 *apud* MEIRA,

2014, p. 122). Além das condições higiênicas e construtivas que podem influenciar na qualidade destas águas.

Considerações finais

Considerando as amostras coletas em ambos os períodos sazonais (seco e chuvoso) foi possível observar que os níveis de coliformes totais, no período de menor pluviosidade, corresponderam a 87% das amostras avaliadas, frente a 100% no período chuvoso.

Quanto ao indicador *E.coli*, embora 82% dos poços tenham apresentado resultado superior ao período seco, a contaminação por este agente mostrou-se presente em 96% dos poços avaliados no período chuvoso, cujos poços isentos corresponderam apenas aos 29 e 47.

Por fim, as informações do presente estudo não objetivam esgotar as discussões sobre a referida temática, mas apontar a necessidade de novos estudos, mais específicos, a exemplo, um possível mapeamento das áreas de maior vulnerabilidade a contaminação no aquífero livre. Torna-se relevante de acordo com o diagnóstico levantado com o presente estudo, a implantação de um monitoramento para que seja obtido um significativo número de análises pontuais, possibilitando o enquadramento hídrico das águas subterrâneas de Alta Floresta D'Oeste.

Outro fator importante é a necessidade destas informações terem maior ênfase nas discussões referente a gestão de recursos

hídricos, principalmente, a nível de bacia hidrográfica, bem como divulgação das mesmas para a sociedade em geral, ao mesmo tempo que possa subsidiar as tomadas de decisões dos gestores públicos e privados que integram a bacia hidrográfica dos rios Rio Branco e Colorado, na elaboração e implementação de ações estratégicas, em prol de uma gestão hídrica integrada, que reflita numa maior garantia da qualidade das águas frente aos diversos usos e, conseqüentemente, na melhoria da saúde pública, além de corroborar com os pilares do desenvolvimento sustentável.

Agradecimento

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de mestrado concedida durante um período do curso de pós-graduação em Geografia, desenvolvido na Fundação Universidade Federal de Rondônia, que favoreceu a realização do trabalho intitulado “Avaliação da Qualidade da Água Subterrânea na Cidade de Alta Floresta D’Oeste – Rondônia/Brasil”, e, ao Laboratório de Análises de Água da mesma universidade, *campus* de Rolim de Moura, pelo apoio estrutural, técnico e científico, que viabilizaram as análises de água cujos alguns resultados são apresentados neste artigo.

Referências

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR n° 12.212/1992*. Estabelece os procedimentos técnicos para a construção de poços para abastecimento de água.

APHA. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. New York: American Public Health Association, 22 ed. 2012.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. *Manual Prático de Análise de Água*. Fundação Nacional de Saúde – 4. ed. – Brasília: Funasa, 2013. 150p.

_____. *Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007*. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico, altera a Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, a Lei nº 8.036, de 11 de maio de 1990, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e a Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007_Lei/L11445.htm. Acesso em: 10 jan. 2019.

_____. *Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017*. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. *Anexo XX: do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (Origem: PRT MS/GM 2914/2011)*. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc000503_10_2017.html. Acesso em: 03 jun. 2018.

CARAMELLO, Núbia et al. ENTRE DIÁLOGOS, PESQUISA E AÇÃO: Uma experiência de gestão de recursos hídricos em construção no interior do Estado de Rondônia – Brasil. In: STACHIW, R.; CARAMELLO, N. *AMAZÔNIA: Instrumentos para gestão de recursos hídricos*. Curitiba: CRV, 2016.

CARAMELLO, Núbia et al. Indicadores de insustentabilidade hídrica na Amazônia: mobilização de todos os setores para implantação da gestão das águas no estado de Rondônia - Brasil. *Monfragüe Desarrollo Resilientecidade*, Cáceres, Espanha, n. 2, p. 66-86, abr. 2015. Disponível em: <http://www.monfragueresiliente.com/Documentos/numero8/Art%C3%ADcul%20o5.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2016.

CECH, Thomas. V. Hidrologia das águas subterrâneas. In: - *Recursos Hídricos: história, desenvolvimento, política e gestão*; Tradução: Rafael Anselmé Carlos. – Rio de Janeiro: LTC, 2013. P. 84-110.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidas*. Organizadores: Carlos Jesus Brandão... [et al.]. - - São Paulo: CETESB: Brasília: ANA, 2011. pp. 209 – 217.

FREEZE, Allan R.; CHERRY, John A. Água subterrânea. In: *Avaliação de Recursos Hídricos Subterrâneos*. Tradução de Everton de Oliveira... [et al.]; Everton de Oliveira (coord.). – São Paulo: Everton de Oliveira, 2017, p. 344 – 428.

GERARDI, L. H. de O.; SILVA, B. C. N. *Quantificação em geografia*. São Paulo: Difel, 1981.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Nacional por Amostra De Domicílios: síntese de indicadores 2015*. Coordenação de Trabalho e Rendimento. - Rio de Janeiro : IBGE, 2016. 108p. ISBN 978-85-240-4398-7. Disponível em:

<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv98887.pdf>.
Acesso em: 21 de jun. 2018.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. *Avaliação do Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão de Águas (1º ciclo) - Estado de Rondônia*. Relatório Institucional. IPEA, 2017. 41p. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=31918&catid=406&Itemid=432. Acesso em: 21 jun. 2018.

LIBÂNIO, Marcelo. *Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água*. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010. 3º Ed.

LAKATOS, Eva Maria. MARCONI, Marina de Andrade. *Fundamentos de metodologia científica* 1. 5ª. ed. - São Paulo: Atlas 2003.

STUKEL, T. A.; GREENBERG E. R.; DAIN B. J.; REED, F. C.; JACOBS N. J. A. *Longitudinal study of rainfall and coliform contamination in small community drinking water supplies*. Environ Sci Technol, 24, 1990, p.571-575.

OS ORGANIZADORES



Nubia Deborah Araújo Caramello – Licenciada e Mestre em Geografia (UNIR); Doutorado em Geografia (UAB-Barcelona); Professora da Secretaria de Educação do Estado de Rondônia e Convidada do Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação dos Recursos Hídricos - ProfÁgua, UNIR. Idealizadora do Grupo Experimental de Pesquisa Diálogo Hídrico Multidisciplinar e pesquisadora integrante dos grupos de pesquisa: Água, Território e Sustentabilidade GRATS UAB/Espanha e do Geomorfologia Fluvial e Ambiental – Geomorphos UFRJ/Brasil. **E-mail:** geocaramellofrj@gmail.com.

Link Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2167-9759>



Kenia Michele de Quadros Tronco

Engenheira Florestal, Doutora em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. É professora Adjunta na Fundação Universidade de Rondônia - UNIR atuando como docente no curso de Engenharia Florestal e Agronomia. Tem experiência em Ciências Florestais, atuando nas áreas de Silvicultura Tropical, Recuperação de Áreas Degradadas e Restauração Ecológica e na Produção de Mudas. Atualmente é Vice-Chefe do

Departamento de Engenharia Florestal e Coordenadora do Laboratório de Recuperação de Ecossistemas Produção e Florestal –REProFlor da Unir *Campus* Rolim de Moura. **E-mail:** kenia.tronco@unir.br.



Rosalvo Stachiw - Possui Bacharelado em Química pela Universidade Federal de Mato Grosso (2001). Mestrado em ciências (química analítica/quimiometria) no CEFETPR (2004) e doutorado em ciências na UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná). Atualmente é professor de química da

Universidade Federal de Rondônia. É revisor e editor de revistas científicas e orientador do curso de mestrado no Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da UNIR e do Mestrado em Agroecossistemas Ambientais da UNIR. Diretor de Estágio de Tese de Doutorado para “Mención Internacional” UAB-Espanha 2014-2016. Coordenador do Laboratório de Águas da UNIR. **E-mail:** rosalvo_stachiw@unir.br.



Marcelo Lucian Ferronato – Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Rondônia em 2006, mestrado em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Rondônia em 2016. Atualmente é doutorando em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente da Universidade Federal de Rondônia. Há 15 anos atua no movimento socioambiental em Rondônia. Coordenador de projetos na Ação Ecológica Guaporé -

Ecoporé. Tem experiência na área de Ciências Ambientais, com ênfase em Desenvolvimento Regional. Têm experiência nas áreas de Ciências Ambientais, Desenvolvimento Regional, sociologia rural, Zoologia, Ecologia, Educação e Gestão Ambiental, Restauração de Ecossistemas. Desenvolvimento e participação de atividades e projetos com povos e comunidades Tradicionais e Agricultores familiares na Amazônia. **E-mail:** marcelo@ecopore.org.br

PESQUISADORES INTEGRANTES DA OBRA

Alberto Dresch Webler

Engenheiro Ambiental (UNIR), com mestrado e doutorado em Engenharia Civil - COPPE/UFRJ com período sanduíche na Universidade de Porto. Desenvolve estudos em micrometeorologia e Saneamento Ambiental com ênfase em Tratamento de efluentes. **E-mail:** alberto.webler@unir.br

Ana Cristina Santos Strava Correa

Bacharel em Engenharia Civil e Ambiental (UnB), Mestre em Tropical Public Health Engineering (Leeds Metropolitan University) e Doutora em Geotecnia (UnB). Servidora da Agência Nacional de Águas cedida ao Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM) onde atua como Coordenadora de Operações do Centro Regional de Porto Velho. Coordena o grupo de pesquisa do CENSIPAM nos estudos da hidrodinâmica dos rios amazônicos. **E-mail:** ana.strava@sipam.gov.br

Andressa Viana Santos

Acadêmica do curso de Agronomia na Universidade Federal de Rondônia-UNIR, Campus Rolim de Moura. Entre os anos de 2017 e 2018 foi estagiária voluntária no Laboratório de Análise de Águas da UNIR/Rolim de Moura. E atualmente é voluntária no projeto PIBIC, cujo o projeto de pesquisa é ADUBAÇÃO FOSFATADA E IRRIGAÇÃO NA CULTURA DO TOMATE: EFEITOS SOBRE O CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO, coordenado pelo Dr^o Wagner Walker de A. Alves. **E-mail:** andressaviana605@gmail.com

Aricson Garcia Lopes

Engenheiro Ambiental, (UNIR). Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho (FASA) .Participou de Projetos de Iniciação Científica com ênfase na área de Geoprocessamento. (Georreferenciamento; Mapas de uso e ocupação do solo; Modelagem de corredor ecológico em ambiente sig; Modelagem de fragilidade ambiental de unidades de conservação). Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba - João Pessoa; Área de concentração: Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. **E-mail:** valerio.lopes@ifro.edu.br

Avilyn Barbara Garcia Lopes

Engenheira Ambiental e Sanitarista (UNIR). Atuou bolsista no Projeto “Olericultura Escolar: Educação Ambiental, Sustentabilidade e Cidadania”. Desenvolveu pesquisa (Grupo de Pesquisas em Engenharia Ambiental -GPEAMB) na área de Saneamento Ambiental com ênfase em tratamento de efluentes de piscicultura sob orientação do professor Dr. Alberto Drech Webler. Atuou como Educadora Ambiental no Projeto Socioambiental Universalização da Água de Ji-Paraná e atua como Pesquisadora Auxiliar de Comunicação no Projeto Saber Viver (IFRO/FUNASA). **E-mail:** avilyn_lira@hotmail.com

Bruno Elias Rocha Lopes

É professor na Faculdade São Paulo (FSP), nos cursos de Nutrição e Farmácia, e na Escola Estadual em Tempo Integral Cândido Portinari de Rolim de Moura. Possui Graduação em Ciências Biológicas pela Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal (Facimed), Especialização em Biodiversidade da Amazônia pela Faculdade de

Rolim de Moura (FAROL) e Mestrado em Ensino de Física pela Universidade Federal de Rondônia (UNIR). Atua na área de ensino de ciências, tecnologia de alimentos e microbiologia. **E-mail:** brunoerl@gmail.com.

Carla Silveira de Arruda

É docente substituta no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Colorado do Oeste. Possui mestrado em Geografia pela Fundação Universidade Federal de Rondônia (2018). Possui Especialização em Auditoria e Perícia Ambiental pela Faculdade de Rolim de Moura - FAROL (2012) e Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental pela Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal - FACIMED (2010). É integrante do Grupo de Pesquisa em Ordenamento do Território na Amazônia (GOT-Amazônia/UNIR) e do Grupo Experimental de Pesquisa: diálogo hídrico multidisciplinar. Possui experiência em mobilização para implementação de Comitê de Bacia Hidrográfica, no estado de Rondônia. Atuou como pesquisadora bolsista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), em 2016-2017. Atua na área de Gestão Ambiental, com ênfase em Gestão de Recursos Hídricos. **E-mail:** carlasilveira.ga.sa@gmail.com

Cássia Cortes Valadão

Graduanda do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária pela Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR) e bolsista de Iniciação Tecnológica do CNPq, na temática: Padrão das Chuvas no Estado de Rondônia e as Mudanças no Uso e Cobertura da Terra. Participou como bolsista no grupo de pesquisa do Programa de Grande Escala da Biosfera Atmosfera da Amazônia - LBA/RO, na área de

Geociências e Ciências Ambientais, com ênfase em micrometeorologia. Técnica em Agropecuária pela Escola Família Agrícola Itapirema (EFA Itapirema). **E-mail:** cassiacortes2@gmail.com.

Cleber Max Vieira Gasques

Técnico Contábil com registro no Conselho Estadual de Contabilidade do Estado de Rondônia (CRC-RO) desde 1995. Possui graduação em Engenharia Ambiental - Faculdades Integradas de Cacoal (2016). Tem experiência em licenciamento e monitoramento em Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's). É Presidente do Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Branco e Colorado (CBH-RBC-RO) e Conselheiro no Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Rondônia (CERH-RO). **E-mail:** clebergasks@hotmail.com

Daniela Figueredo

Bióloga, mestre e doutora em Ecologia, com ênfase em estudos de ecossistemas aquáticos; pós-doutora em planejamento, gestão e governança da água. Sócia fundadora da empresa Aquanálise Análises de Água e Consultoria, onde atuou entre 2000 a 2014. Desde 2012 é Professora do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Pesquisadora Associada da Univ. Federal de Mato Grosso (desde 2015). Membro fundador do Observatório de Governança da Água.

Danstin Nascimento Lima

Mestrando em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROFÁGUA) pela Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR campus Ji-Paraná / RO. Graduação/Tecnólogo Superior em Gestão Pública pelo Centro Universitário Claretiano de Batatais (2016). Graduado em Ciências Contábeis pela Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR e Especialista em Gestão Pública pela Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR (Cacoal-RO). Foi Agente Previdenciário do instituto de Previdência de Nova Iguaçu - PREVINI e exerceu o cargo de Diretor do Departamento de Tesouraria na Prefeitura Municipal de Mesquita - RJ de 2005 a 2012. Atualmente é Indigenista da Fundação Nacional do Índio. Exerceu a Função de Gestor Financeiro da Coordenação Regional da FUNAI em Ji-Paraná / RO de 2014 a 2018. Hoje exerce a função de Coordenador Técnico Local nas atividades relacionadas a proteção, vigilância, fiscalização e monitoramento da Terra Indígena URU EU WAU WAU no Estado de Rondônia vinculada a Coordenação da Frente de Proteção Etnoambiental Uru Eu Wau Wau - Coordenação Regional da FUNAI em Ji-Paraná / RO. É membro do Colegiado dos Comitês de Bacia Hidrográfica dos rios Jamari, São Miguel-Vale do Guaporé desde 2018 (CBH-JAMARI-RO e CBH-RSMVG-RO) Tem experiência na área de Administração, com ênfase em Contabilidade e Finanças Públicas, atuando principalmente nos seguintes temas: Acesso a informação e transparência na Administração Pública e ainda, com ênfase em Gestão Pública atuando nos seguintes temas: Sustentabilidade; Indicadores de Sustentabilidade; Terras Indígenas e Sustentabilidade em Terras Indígenas. E-mail: danstinlima@gmail.com.

David Braga de Castro

Acadêmico do curso de agronomia e Bolsista do Laboratório de Análise de Águas, onde está desenvolvendo um projeto de pesquisa sobre Análise dos aspectos químicos, físico- químicos e microbiológicos da água do Igarapé D Alincourt, bacia do Rio Machado, coordenado pelo

Drº. Rosalvo Stachiw, na Universidade Federal de Rondônia, Campus Rolim de Moura . Formado em Técnico em Agropecuária pelo Instituto Federal de Rondônia, Campus Ariquemes, atuou de 2013 á 2015, como bolsista no setor de Produção Vegetal, em trabalhos com grandes culturas (soja, milho, feijão e girassol) e espécies frutíferas, onde desenvolveu um projeto de pesquisa sobre "Inoculação de Azosperillum brasilense e adubação nitrogenada em cultivares de milho na safrinha", participando também do projeto de pesquisa sobre "Viabilidade do uso de práticas culturais na recuperação de frutíferas em Ariquemes-RO", orientado por Drº. Luciano dos Reis Ventoroso e Drº. Lenita Aparecida Conus Venturoso. **E-mail:** david.braga.ifroagro2013@gmail.com

Diogo Martins Rosa

Graduado em Engenharia Florestal pela Faculdade de Rondônia - FARO (2012), especialista em Gestão Florestal pela Universidade Federal do Paraná - UFPR (2014), especialista em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento (2019) e Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais (área de concentração: Manejo Florestal e Silvicultura Tropical) pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA (2016). Pesquisador do grupo de pesquisa de Geoprocessamento em Meio Ambiente (GEOMA) e do grupo de pesquisa Governança Florestal, da Universidade Federal de Rondônia. **E-mail:** mrosa.diogo@gmail.com.

Elisimar de Souza Moura Sarri

Pós-graduada em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade do Estado do Amazonas – UEA e MBA em Perícia, Auditoria e Gestão Ambiental pela IPOG. Bacharel em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário Luterano de Manaus - CEULM/ULBRA. **E-mail:** mouraelis02@gmail.com.

Flávio Wachholz

Pós-doutor em Geografia pela Universidade Federal de Goiás. Doutor em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Doutorado-sanduíche na Technische Universität Berlin. Mestre em geografia pela Universidade Federal de Santa Maria. Mestrado-sanduíche no Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Graduado em Geografia pela Universidade Federal de Santa Maria. **E-mail:** fwachholz@uea.edu.br.

Fernanda Bay Hurtado

Graduada em Química Bacharelado e Licenciatura (UEM); Mestre em Química Aplicada (UEM); Doutora em Biologia Experimental (UNIR). Professora na Universidade Federal de Rondônia, atuando nos Departamentos de Engenharia de Pesca e Zootecnia, e em cursos de Pós-Graduação nesta mesma instituição. **E-mail:** fernandabay@unir.br.

Fortunato Tomaz Silva

Bacharel em Farmácia pela Faculdade São Paulo – FSP, município de Rolim de Moura - RO. Pós-graduado em Análise Clínica e Microbiologia, pela Faculdade Futura de Votuporanga – SP, e Farmacologia Aplicada a Tensão Farmacêutica pela Faculdade Alfa América de Praia Grande – SP. **E-mail:** tomazvitoria@hotmail.com

Francielle Ruana Faria da Silva

Bacharel em Zootecnia (FIMCA), Especialista em Bovinocultura (UNIGUAÇU/ABRACE BRASIL), Mestre em Ciências Ambientais (UNIR). Foi bolsista CAPES e estagiária na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa/Rondônia durante o mestrado. Atuou como professora no Instituto Federal de Rondônia – IFRO (2016-2017). **E-mail:** franruana@gmail.com

Gannabathula Sree Vani

Possui graduação em Bacharelado Em Ciências Biológicas pela Universidade de Taubaté (1982), mestrado em Ciências: Bioquímica pela Universidade de São Paulo (1987) e doutorado em Ciências Biológicas (Bioquímica) pela Universidade de São Paulo (2002). Atualmente é Professor assistente doutor da Universidade São Francisco e professor assistente doutor da Universidade de Taubaté. Tem experiência na área de Bioquímica, com ênfase em Metabolismo Energético, Stress Oxidativo. Atuando principalmente em pesquisas com Bioquímica dos Peixes e invertebrados Antárticos. **E-mail:** srvani@hotmail.com

Geremias Dourado da Cunha

Graduado em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná (CEULJI/ULBRA) e em Química pelo Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologias campus Ji-Paraná. Especialização *latu sensu* em Gestão e Educação Ambiental pela Faculdade São Paulo (MULTIRON), Mestre em Ciências Ambientais (PGCA) pela Universidade Federal de Rondônia, campus Rolim de Moura/RO. Professor efetivo da rede pública de Ensino, pertencente ao Quadro efetivo da Secretaria de Estado da Educação de Rondônia, ministrante de aulas nas disciplinas de Ciências, Química, Física e Biologia na

E.E.E.F.M. Cel Jorge Teixeira de Oliveira, distrito de Nova Londrina, município de Ji-Paraná/RO., ministrou aulas como estagiário na disciplina de Química Geral e Analítica, nas turmas de Engenharia Florestal e Engenharia Agrônômica na UNIR, sob supervisão do Doutor Rosalvo Stachiw. . **E-mail:** geremiasdarwin@gmail.com

Gilderlon dos Santos Soares

Discentes do curso de Engenharia Florestal, Av. Norte Sul, nº 7300, Bairro Nova Morada, Rolim de Moura - RO, Brasil, CEP 76.940-000, Universidade Federal de Rondônia, Campus Rolim de Moura. **E-mail:** gil_mtd@hotmail.com.

Gisele Maria de Lucca

Graduada em Pedagogia pela Universidade Camilo Castelo Branco (2005). Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Barão de Mauá (2012), mestre em Ecologia e Recursos Naturais (2016) pela Universidade Federal de São Carlos. Atualmente é aluna de Doutorado em Ciências pela Universidade Federal de São Carlos. Tem experiência na área de Ecologia, com ênfase em Limnologia, atuando principalmente nos seguintes temas: Ecotoxicologia aquática e Ecologia do zooplâncton. **E-mail:** gi_lucca@hotmail.com.

Gustavo Luis Schacht

Professor Adjunto A da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, ligado a temas de Geografia Física com ênfase em Biogeografia. Doutor

em Geografia Física pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia Física da Universidade de São Paulo - USP onde estudou as Unidades de Conservação privadas (RPPN) do estado do Paraná e as Reservas Privadas de Custódia de Território na Catalunha, Espanha. Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da UNESP (Universidade Estadual Paulista - Organização do Espaço - Análise Ambiental) - Campus Rio Claro, atuando na proposição de uma classificação de um enclave vegetacional. Formado em Geografia (Bacharelado e Licenciatura) pela UEM (Universidade Estadual de Maringá - Paraná) com ênfase nos estudos de Formações Relictuais de Vegetação (Araucária), Paleovegetação e Áreas de Tensão Ecológica. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geografia Física, Biogeografia e Meio Ambiente.

Gustavo Neco da Silva

Discente do curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Rondônia (UNIR), campus Rolim de Moura, Técnico em Informática pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), campus Ariquemes. Pesquisador do grupo de pesquisa Produção Vegetal na Amazônia Ocidental. **E-mail:** gustavoneco1@gmail.com.

Henrique Silva de Oliveira

Graduando do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária pela Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR). **E-mail:** henrique.sdo@hotmail.com

Hilton Lopes Júnior

Possui graduação em Licenciatura em Química (FACIMED-2010). Mestrado em produtos Naturais e Sintéticos Bioativos (UNIAN-2015) Atualmente é professor EBTT-DE de Química do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), campus Jaru. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Química dos Produtos Naturais, atuando principalmente nos seguintes áreas: Química Analítica, Farmacognosia e Química Orgânica. **E-mail:** hilton.junior@ifro.edu.br

Ieda Hortencio Batista

Pós-doutor em Educação Ambiental pela Universidade Federal do Ceará. Doutora em Biotecnologia, pela Universidade Federal do Amazonas. Mestre em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia pela Universidade Federal do Amazonas. Pós-graduada em Biotecnologia para o Desenvolvimento Sustentável pela Universidade Federal do Amazonas. Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Amazonas. **E-mail:** ibatista@uea.edu.br.

Iracylene Pinheiro Silveira

Membro da Diretoria do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Branco e Colorado e do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Rondônia. É administradora de Empresas, especialista em Didática do Ensino Superior, Mestre em Ciências Ambientais, Docente Universitária na Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal – FACIMED. E-mail: iracypinheiro@outlook.com.br

Ivan Dias De Medeiros

Engenheiro de Pesca (UNIR); Graduado em Farmacia Bioquímica (URNE); Servidor Público Federal (FUNASA), desenvolvendo trabalhos com análises clínicas. Pesquisador integrante do grupo de pesquisa: Grupo de pesquisa em tecnologias agroindustriais (GPTA).
E-mail: ivan_medeiros@hotmail.com.

Jerri Adriano Vieira Lima

Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Rondônia- UNIR (2019). Graduado em Farmácia Generalista pela Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal- FACIMED (2015). Especialização em docência no ensino superior pela FACIMED (2016). Pós graduado em Perícia Criminal e Ciências Forenses pelo CIAP-2019. Tenho experiência como Docente -2017 (Faculdade de Rolim de Moura- FASP) 2016 (Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal), Atuou como Farmacêutico hospitalar (Hospital dos acidentados/ são Daniel Comboni). **E-mail:** jerri_a@hotmail.com

Jheiny Oliveira da Silva

Técnica em Florestas (IFRO), Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária (UNIR), atua como bolsista do CNPQ, através do projeto de iniciação científica: Especialização dos Atributos Físicos e Químicos do Solo e a Relação com o Relevo em uma Reserva Biológica no Bioma Amazônia. Está em desenvolvimento com pesquisas de análises de solo.

Também atua com tratamento de águas para abastecimento público com novas alternativas. **E-mail:** jheinyos@gmail.com

Jhony Vendruscolo

Docente na Universidade Federal do Amazonas, com graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Rondônia, Mestrado em Manejo de Solo e Água e Doutorado em Ciência do Solo pela Universidade Federal da Paraíba. Pesquisador do grupo de pesquisa Geoprocessamento em Meio Ambiente (GEOMA). **E-mail:** jhonyvendruscolo@gmail.com.

João Gilberto de Souza Ribeiro

É geógrafo (UFMG), tem especialização em Engenharia Sanitária e Tecnologia Ambiental (UFMG), mestrado e doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos - Escola de Engenharia da UFMG. É professor da Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Departamento de Engenharia Ambiental e do Mestrado Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua). É integrante do Grupo de Pesquisa em Engenharia Ambiental e atua na área de Saneamento Básico, principalmente com Políticas Públicas. Atua também com Gestão Ambiental e Avaliação de Impactos Ambientais; Planejamento Ambiental. **E-mail:** joao.gilberto@unir.br

José Paulo de Farias Neto

Discente do curso de Engenharia Florestal da Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), campus Rolim de Moura, Técnico em Florestas pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), campus Ji-Paraná. Pesquisador do grupo de pesquisa Produção Vegetal na Amazônia Ocidental. **E-mail:** josepaulofariasneto@gmail.com

Josep Antoni Pujantell

Doutor vinculado ao Instituto de Ciências e Tecnologias Ambientais ICTA da Universidade Autônoma de Barcelona - UAB. Tem como foco de pesquisa: Cambio global, cambio climático, paisaje, planificación territorial, biodiversidad, comunicación científica, educación ambiental, turismo, zonas polares, áreas de montaña, cambio de usos del suelo. E-mail: JosepAntoni.Pujantell@uab.cat

José Valdecir de Lucca

Graduado em Ciências Biológicas pela UNIARA (1998), Mestre (2002) e Doutor (2006) pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Trabalhou durante 25 anos no Laboratório de Limnologia da Universidade Federal de São Carlos. Tem experiência na área de Ecologia, com ênfase em Limnologia, atuando nos temas: macroinvertebrados bentônicos e biomonitoramento. Atualmente é Sócio e Diretor da empresa Limnotec Brasil Consultoria Ambiental. **E-mail:** valdecirdelucca@gmail.com.

José Torrente da Rocha

Graduado em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Rondônia (2018). Atua na área de Geociências, com ênfase em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica, voltado para estudos e análises ambientais. **E-mail:** josetorrente_ea@outlook.com.

Juliana Cristina da Silva Lopes

Discentes do curso de Engenharia Florestal, Av. Norte Sul, n° 7300, Bairro Nova Morada, Rolim de Moura - RO, Brasil, CEP 76.940-000, Universidade Federal de Rondônia, Campus Rolim de Moura. **E-mail:** jully-christinny@hotmail.com

Juliana Padovan De Oliveira

Discente do curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal de Rondônia – UNIR. Pesquisadora do grupo de pesquisa de Geoprocessamento em Meio Ambiente (GEOMA). **E-mail:** ju_padovan@hotmail.com.

Katiele de Jesus Sacoman

Bióloga pela Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal FACIMED, Mestranda em Ciências Ambientais pela Universidade Federa de Rondônia – UNIR. E-mail: katiele.sacoman@hotmail.com

Karen Janones da Rocha

Possui graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Mato Grosso (2013), especialista em Georreferenciamento e Geoprocessamento de Imóveis Rurais e Urbanos pelo Instituto de Pós-Graduação e Assessoria em Educação Superior de Mato Grosso (2014) e especialista em Gestão Ambiental pela Universidade Federal do Paraná (2018), mestre em Ciências Florestais e Ambientais pelo PPG-CFA/UFMT (2015) e doutora em Engenharia Florestal pelo PPG-EF/UFSM (2018). Atualmente é professora do magistério superior da Universidade Federal de Rondônia na área de Manejo Florestal, Conservação de Ecossistemas Florestais e Silvicultura Preventiva. **E-mail:** karenrocha@unir.br

Kemison dos Santos Barroso

Técnico em meio ambiente pelo Centro de Ensino Técnico – CENTEC, Manaus - AM. Técnico Químico na AmBev na cidade de Manaus - AM. **E-mail:** kemisonsb@hotmail.com.

Larissa Gabriela de Araújo Goebel

Bióloga pela Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal FACIMED, Mestranda em Ciências Ambientais pela Universidade Estadual de Mato Grosso – UNEMAT. **E-mail:** larissagabriela_goebel@hotmail.com

Leandro da Silva Pereira

Gestor Ambiental pela Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal FACIMED, Chefe de Serviços Ambientais – Prefeitura Municipal de Corumbiara – RO. Integrante no Grupo Experimental de Pesquisa Diálogo Hídrico Multidisciplinar. **E-mail:** leandrosilvawina@hotmail.com

Lidiane Cristina da Silva

Possui graduação em Ciências Biológicas/Licenciatura pela Universidade Federal de Alfenas (2008), mestrado em Ecologia e Recursos Naturais (2011) e doutorado em Ciências (2015) pela Universidade Federal de São Carlos. Tem experiência na área de Ecologia com ênfase em Limnologia, atuando principalmente nos seguintes temas: comunidade zooplanctônica e biomonitoramento. Atualmente trabalha como consultora ambiental, prestando serviços sobre coleta e análises da comunidade zooplanctônica. **E-mail:** lidianeersilva@gmail.com.

Lindomar Alves de Souza

Gestor Ambiental pela Universidade Norte do Paraná (UNOPAR), Discente em Engenharia Florestal e Mestrando do programa de ensino de Ciências Ambientais pela Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), campus Rolim De Moura. Pesquisador do grupo de Pesquisa Geoprocessamento em Meio Ambiente (GEOMA). **E-mail:** lindomar-20@hotmail.com.

Lorran Marré Parlotte

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária (UNIR), atua como bolsista do CNPQ, através do projeto de iniciação científica: Estudo da remoção da matéria orgânica e nitrogênio através de um sistema biológico e pós-tratamento físico-químico de efluente frigorífico. Está em desenvolvimento com pesquisas de tratamento de efluentes industriais como frigoríficos, pisciculturas, laticínios com a utilização de novas tecnologias com o uso do reator de MBBR. Também atua com tratamento de águas para abastecimento público com novas alternativas. **E-mail:** lorran_ffc@hotmail.com

Lucas da Silva

Possui graduação em Licenciatura em Geografia pela Universidade Estadual da Paraíba, Bacharelado em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba; Mestrado em Manejo de Solos e Água pela Universidade Federal da Paraíba e Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal da Paraíba. Atualmente é Professor do Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia do Ceará. Tem experiência na área de Geociências e Geografia Física, com ênfase em Climatologia, Recursos Hídricos e Geoprocessamento. **E-mail:** lucasilva@ifce.edu.br.

Mariza de Lima Schiavi

Bióloga pela Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal FACIMED. Integrante no Grupo Experimental de Pesquisa Diálogo Hídrico Multidisciplinar. **E-mail:** mariza_schiavi@outlook.com

Marcos Vinícius Nunes

Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade do Vale do Sapucaí (2009), mestre em Ecologia e Recursos Naturais (2012) e doutor em Ciências (2016) pela Universidade Federal de São Carlos. Tem experiência nos seguintes temas: macroinvertebrados bentônicos, ecossistemas aquáticos e biomonitoramento. Atualmente trabalha na empresa Limnotec Brasil Consultoria Ambiental, desempenhando diversas funções relacionadas ao monitoramento de comunidades aquáticas e impactos ambientais. **E-mail:** nunesbentos@gmail.com

Margarita María Dueñas Orozco

Engenheira Ambiental e Sanitária pela Universidad de la Salle (ULS); Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professora do Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Rondônia (UNIR), membro do Grupo de Pesquisa em Engenharia Ambiental (GPEAMB). Atua principalmente na área de saneamento ambiental, com ênfase em resíduos sólidos urbanos e resíduos industriais. **E-mail:** margarita.orozco@unir.br.

Maria Madalena de Aguiar Cavalcante

Geógrafa, Especialista em Gestão Ambiental, Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Rondônia e Doutora em Geografia pela Universidade Federal do Paraná. Líder do Grupo de Pesquisa em Geografia e Ordenamento do Território na Amazônia GOT-Amazônia. Atua na linhas de Pesquisa: Dinâmicas Territoriais e Meio Ambiente com ênfase conflitos socioambientais, unidades de conservação, mudança no uso e cobertura da terra e impactos ocasionados pela

implantação de grandes obras de infraestrutura (hidrelétricas, rodovias e hidrovias) na organização do território na Amazônia, Crimes Ambientais. Coordenou o Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Rondônia (2014-2018), obtendo a aprovação do primeiro doutorado em Geografia da região norte em sua gestão. **E-mail: mada.geoplan@gmail.com**

Maria Madalena Ferreira

Professora aposentada e no momento cursando Pós-doutorado, em Gestão de Resíduos Sólidos (**RSU**) pela **Universidade de Coimbra-FLC/ CEGOT** (Centro de Estudos Geográficos e Ordenamento do Território) e atua como voluntária junto ao FLC (Fórum Lixo e Cidadania) ligado ao Movimento dos Catadores-Núcleo Rondônia. Formou-se em Geografia pela USP-FFLCH em 1982; em **1996** fez mestrado e **2003** Doutorado em Planejamento Ambiental (UNESP-Presidente Prudente). Trabalhou entre 1983 a 1987 na cidade de Ji-Paraná (RO) na Escola Agrícola Sílvio Gonçalves de Farias e na UNIR no Departamento de Geografia entre 1987 a 2014 (ano em que se aposentou). Realizou pesquisa em mineração de cassiterita e atua com Planejamento, Gestão, Monitoramento e Auditoria Ambiental, Geotecnologias e TIC aplicada ao Turismo e Dinâmicas Urbanas. É consultora em assuntos acadêmicos. **E-mail: madhafer@hotmail.com**.

Maria José Dellamano Oliveira

Possui graduação em Ciências Biológicas (1998), mestrado em Ecologia e Recursos Naturais (2002) e doutorado (2006) em Ciências pela Universidade Federal de São Carlos. Tem experiência na área de Botânica e Ecologia, com ênfase em Taxonomia de Cianobactérias e do Fitoplâncton de água doce. Atualmente trabalha como consultora

ambiental, prestando serviços sobre coleta e análises da comunidade fitoplanctônica. **E-mail:** zezedellamanooliveira@gmail.com

Marlos Oliveira Porto

Bacharel em Medicina Veterinária, Mestre e Doutor na área de Zootecnia (UFV). Professor Associado I da Universidade Federal de Rondônia – UNIR. Membro permanente do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais UNIR/Embrapa. Membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Sanidade e Produção Animal, UFAC/UNIR/Embrapa. **E-mail:** marlospporto@unir.br.

Marta Silvana Volpato Scoti

Possui graduação em Engenharia Florestal, especialização em Educação Ambiental, mestrado e doutorado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria. Atualmente é professora Adjunto IV do curso de graduação em Engenharia Florestal e professora do Programa de Pós- Graduação mestrado em Ciências Ambientais e do Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROF-ÁGUA). **E-mail:** martascoti@unir.br.

Mikelle Perboni Gutierrez

Graduada em Engenharia de Pesca (UNIR); Pesquisador integrante do grupo de pesquisa: Grupo de pesquisa em tecnologias agroindustriais (GPTA). **E-mail:** mikelleperboni@hotmail.com.

Miguel Penha

Mestre em Desenvolvimento ambiental regional e meio ambiente. Foi Diretor de Recursos Hídricos da SEDAM / Secretário Executivo do Estado de Rondonia, onde trouxe grande contribuição. Fez parte do Conselho de Recursos Hidricos do Estado de Rondonia, na função de presidente. Atua na sala de Situação do Estado de Rondonia / Sedam no monitoramento da qualidade ambiental do Estado.

Martin Boada y Junca

Professor Adjunto da Universidade Autônoma de Barcelona é Doutor em Ciências Ambientais, Licenciado em Geografia, é membro do Comitê Espanhol do PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), membro da Comissão de Comunicação e Educação da IUCN (União Internacional para Conservação da Natureza) e do Fórum Global 500 das Nações Unidas. Precisamente, esta última instituição concedeu, em 1995, o Global Award 500, que ele entregou pessoalmente a Nelson Mandela. Martí Boada também trabalha como consultor científico da UNESCO. Há uma área de conservação nas Reservas da Biosfera, enquadrada no programa Homem e Biosfera (MaB). Este programa está incluído na Divisão de Ecologia e Ciências da Terra.

Nara Luisa Reis de Andrade

Graduada em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT (2007), Mestre (2009) e Doutora em Física Ambiental pela UFMT (2013). Professora do Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Rondônia,

coordenadora local do Mestrado Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (Prof.Água) e integrante dos grupos de pesquisas em Engenharia Ambiental e Ciências Ambientais. Atua nas áreas de Engenharia Sanitária e Ciências Ambientais, e modelagem de ecossistemas, recursos hídricos/hidrologia, saneamento ambiental, micrometeorologia, interação biosfera-atmosfera. **E-mail:** naraluisar@unir.br

Neila Mara Rodrigues Martins

Graduada e Bacharel em Engenharia Florestal (UNIR-Universidade Federal de Rondônia), Técnico em Enfermagem (SENAC). Integrante do Grupo Experimental de Pesquisa Diálogo Hídrico Multidisciplinar. Trabalha com coleta e análise de água, foi bolsista do CNPQ no projeto Aquaron desenvolvido pelo laboratório de Águas da Universidade Federal de Rondônia – Campus Rolim de Moura/RO.

Neiva Cristina Araújo

Possui graduação em Direito pela Universidade de Santa Cruz do Sul (2004), mestrado em Direito pela Universidade de Santa Cruz do Sul (2011), doutorado em Desenvolvimento Regional & Meio Ambiente pela Universidade Federal de Rondônia (2017) e doutorado sanduíche pela University of Florida (2016). Atualmente é Professora Adjunta da Universidade Federal de Rondônia. Líder do Grupo de Pesquisa DITERRA - Direito, Território & Amazônia. Integrante da ADN/RBA - Amazon Dams Network. Atua nas seguintes linhas: Direitos Humanos, Serviço Público de Energia Elétrica, Desenvolvimento Regional e Impactos ambientais decorrentes de projetos de infraestrutura. **E-mail:** neiva.araujo@unir.br

Nicolý Dal Santo Svierzoski

Engenheira Ambiental (UNIR), cursando Mestrado em Engenharia Civil no Programa de Engenharia Civil da COPPE na Universidade Federal do Rio de Janeiro. Desenvolvendo pesquisa na área de Tecnologia Ambiental com ênfase no tratamento biológico de efluentes, sob orientação de Claudio Fernando Mahler e João Paulo Bassin. Integrante do Laboratório de Poluição das Águas do Programa de Engenharia Química PEQ/COPPE/UFRJ. **E-mail:** nicolydalsanto@gmail.com.

Odete Rocha

Possui graduação em Ciências Biológicas/Licenciatura pela Universidade Federal de São Carlos (1975), mestrado em Ecologia pela Universidade de São Paulo (1978) e doutorado em Zoology pela University of London (1983). Atualmente é professora titular do Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva da Universidade Federal de São Carlos e professora colaboradora sem vínculo empregatício da Escola de Engenharia de São Carlos (USP). Tem experiência na área de Ecologia, com ênfase em Ecologia dos Ecossistemas. **E-mail:** doro@ufscar.br.

Pedro Bizerra Moura

Engenheiro Ambiental e sanitarista (UNIR). Desenvolveu pesquisa, pelo Grupo de Pesquisas em Engenharia Ambiental (GPEAMB), na área de Saneamento Ambiental com ênfase em Tratamento de água e efluentes industriais, sob a orientação de Alberto Dresch Webler. **E-mail:** pedrojipa_200@hotmail.com.

Rafaela Cristina de Andrade Freitas

Graduanda no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Rondônia (UNIR), atua como voluntária no projeto de iniciação científica na temática “Análise das influências dos ventos nos fluxos de massa e energia na Reserva Biológica do JARU”, pelo Programa de Grande Escala Biosfera-Atmosfera na Amazônia (Programa LBA). **E-mail:** freitasandrade cristina@gmail.com.

Rodrigo Ferreira Sarri

Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos pela Universidade do Estado do Amazonas - UEA em parceria com a Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Pós-graduado em Geoprocessamento pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - Puc/Minas. Bacharel em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário Luterano de Manaus - CEULM/ULBRA. **E-mail:** rodrigossarri@gmail.com.

Rute Bianchini Pontuschka

Graduada em Ciências Farmacêuticas (USP); Mestre e doutora em Ciências dos Alimentos (USP). Professora na Universidade Federal de Rondônia, atuando nos Departamentos de Engenharia de Pesca e Zootecnia. **E-mail:** rutepont@unir.br.

Sídna Primo Dos Anjos

Discente do curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal de Rondônia – UNIR. Pesquisadora do grupo de pesquisa de Geoprocessamento em Meio Ambiente (GEOMA). **E-mail:** sidnaprimo@gmail.com.

Tathyana Rodrigues Leal Rocha

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR. Possui pós-graduação em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para Gestão Municipal de Recursos Hídricos pelo Instituto Federal do Ceará/IFCE. Atualmente é Coordenadora Estadual de Recursos Hídricos na Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental – SEDAM e está cursando o Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, na Universidade Federal de Rondônia - UNIR/PROFÁGUA. **E-mail:** tathyleal.10@gmail.com

Thalitta Silva Cota

Engenheira de Pesca (UNIR); Especialista em Zoologia, Ecologia e Conservação (FACIMED); Especialista em Docência do Ensino Superior (FACULDADE SÃO LUIZ); Servidora pública do Estado de Rondônia (SEDAM) e Mestranda em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - PROFÁGUA-UNIR. **E-mail:** thalitta.cota@gmail.com.

Thiago Henrique da Silva José

Discente do curso de Engenharia Florestal da Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), campus Rolim de Moura, Técnico em Florestas pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), campus Ji-Paraná. Pesquisador do grupo de Pesquisa Geoprocessamento em Meio Ambiente (GEOMA). **E-mail:** thiagohsjsilva@gmail.com

Uiles Jesus Oliveira

Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade de Taubaté - SP. Possui graduação em Química pela Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal - RO. Pós-graduado em Química industrial, Didática do Ensino Superior e em andamento Perícia Ambiental e Desenvolvimento de Projetos. É docente no Centro Técnico Estadual de Educação Rural Abaitará. E atua como professor de nível superior pela Faculdade São Paulo de Rolim de Moura - RO. **E-mail:** uiles_1989@hotmail.com

Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro

Engenheiro Florestal e mestre em Ciências Ambientais pela Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), campus de Rolim de Moura, Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho, Faculdade de Rolim de Moura (FAROL), Técnico em Agropecuária, Escola Família Agrícola Vale do Guaporé – RO. **E-mail:** engflo.ro@gmail.com.

Wesclen Vilar Nogueira

Engenheiro de Pesca (UNIR); Mestre e doutorando em Engenharia e Ciência de Alimentos (FURG); Pesquisador integrante do grupo de pesquisa: Estratégias para minimizar o impacto da contaminação de alimentos com micotoxinas. **E-mail:** wesclenvilar@gmail.com.

Yves Dias Brito

Engenheiro Ambiental (UNIR), especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho (FASA). Desenvolveu pesquisa, pelo Grupo de Pesquisas em Engenharia Ambiental (GPEAMB), na área de Saneamento Ambiental com ênfase em Tratamento de efluentes e também em monitoramento e análise de qualidade da água de nascentes, sob a orientação de Alberto Dresch Webler e Nara Luísa Reis de Andrade respectivamente. **E-mail:** yvesbrito.ea@gmail.com.

