

Aterro sanitário como alternativa para a preservação ambiental

Thassiane Telles Conde⁽¹⁾; Rosalvo Stachiw⁽²⁾; Elvino Ferreira⁽³⁾;

⁽¹⁾ Mestranda, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Unir, Câmpus de Rolim de Moura, Av. Norte Sul, 7.300, Nova Morada, CEP 76940-000, Rolim de Moura, thassiane.conde@ifro.edu.br; ⁽²⁾ Pesquisador, Unir, Departamento de Engenharia Florestal, Câmpus de Rolim de Moura, rosalvo_stachiw@unir.br; ⁽³⁾ Pesquisador (orientador), Unir, Departamento de Agronomia, Câmpus de Rolim de Moura, elvino@unir.br.

RESUMO – Os problemas ambientais causados pelos resíduos sólidos urbanos são grandes, principalmente quando esses materiais são lançados na natureza de forma inadequada (Lixões), implicando a contaminação do ar, solo e águas em geral. Para tanto medidas públicas foram criadas para a inserção de locais com menor impacto ambiental, uma delas é a lei 12.305/10, que prevê a extinção dos lixões e a adesão aos aterros sanitários. Diante disso, o presente artigo buscou descrever por meio de revisão bibliográfica os diversos aspectos relacionados aos aterros sanitários, dando enfoque aos processos construtivos, aos métodos de tratamentos biológicos e ao reuso dos efluentes líquidos do processo.

Palavras-chave: Problemas ambientais, disposição de resíduos sólidos urbanos, aterro sanitário, efluentes líquidos.

Sanitary landfill as an alternative to environmental preservation

Abstract - The environmental problems caused by urban solid residues are big, especially when these materials are inappropriately launched in the nature (open dumps), contaminating the air, soil and water in general. Public policies were created to introduce local with less environmental impact, one of them is the Law 12.305/10, which tells the extinction of the open dumps and build landfills. According to this, the present article seeks to describe, using bibliographic review, the several aspects related to landfills, focusing to the construction processes, biological treatment methods and reuse of liquid effluent of the process.

Keywords: environmental problems, fertigation, landfill, wastewaters.

1 INTRODUÇÃO

A problemática ambiental no Brasil foi decorrente à Revolução Industrial, esse marco na história do país foi responsável pelo grande índice de pessoas que em busca de melhor qualidade de vida migravam da zona rural para a zona urbana. Esse crescimento acelerado resultou a contaminação do ar, do solo e das águas, pois os resíduos sólidos, líquidos e gasosos foram destinados de forma inadequada, afetando a saúde humana e o meio ambiente. Pode-se afirmar, portanto, que esse período proporcionou o aumento do poder destrutivo do homem sobre a natureza, devido sua capacidade de intervenção ambiental também ter aumentado.

As atividades humanas relacionadas à produção e consumo resultam em uma crescente geração de resíduos, sendo que a disposição final dada a eles deve-se levar em conta a segurança da saúde pública e da natureza, mas nem sempre esses fatores possuem consideração. Por sua vez a contaminação do meio ambiente é resultado do armazenamento inadequado do grande volume de lixo gerado pelas sociedades modernas e resultam na transmissão de doenças, depreciação imobiliária e degradação ambiental.

Para tentar minimizar os impactos ambientais iniciou-se uma busca de locais adequados para depositar os resíduos sólidos urbanos (RSU), sendo o aterro sanitário um dos meios mais utilizados. Essa tendência ganhou força com a lei federal 12.305, de 02 de agosto de 2010, que determinou aos municípios brasileiros que até 02 de novembro de 2014 extinguissem os lixões a céu aberto e os aterros controlados, todavia que são considerados inadequados, pois poluem o solo, o ar e a água, medidas essas que foram implantadas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Diante da necessidade de mudança, o aterro sanitário foi considerado a medida mais viável para solucionar os problemas gerados pelo descarte indevido dos resíduos sólidos urbanos, pois de acordo com a ABNT o aterro sanitário é uma técnica que não causa danos à saúde pública e à segurança ao depositar os resíduos sólidos urbanos no solo.

O aterro busca métodos de engenharia para alocar na menor área possível e reduzir ao máximo esses resíduos, além de possuir uma boa relação custo *versus* benefício e se adaptar aos diferentes tipos de comunidades. Esta disposição de materiais ocasiona diversas reações químicas e biológicas, fazendo dos aterros sanitários reatores dinâmicos, que resulta em emissão de biogás, resíduos mineralizados e efluentes líquidos (lixiviados).

Diante do exposto, a presente revisão de literatura busca elucidar os diversos aspectos relacionados ao tratamento dos efluentes líquidos do lixiviado em aterros sanitários.

1.1 Resíduos Sólidos e os Problemas Ambientais

Na natureza, o que sobra de um processo ou ciclo deste processo normalmente é aproveitado em outro nível de consumo das diversas cadeias alimentares. Deste modo, a geração de resíduos é um problema antrópico, uma vez que a natureza não consegue absorver os impactos causados por tudo o que o homem gasta e produz (RODRIGUES, 2007).

A maioria da população no Brasil vivia na zona rural durante as primeiras décadas do século XX, mas com a industrialização e a migração para os centros urbanos o país chegou ao final do século XX com a maior parcela da população concentrada nestes locais (Figura 1) IBGE (2001).

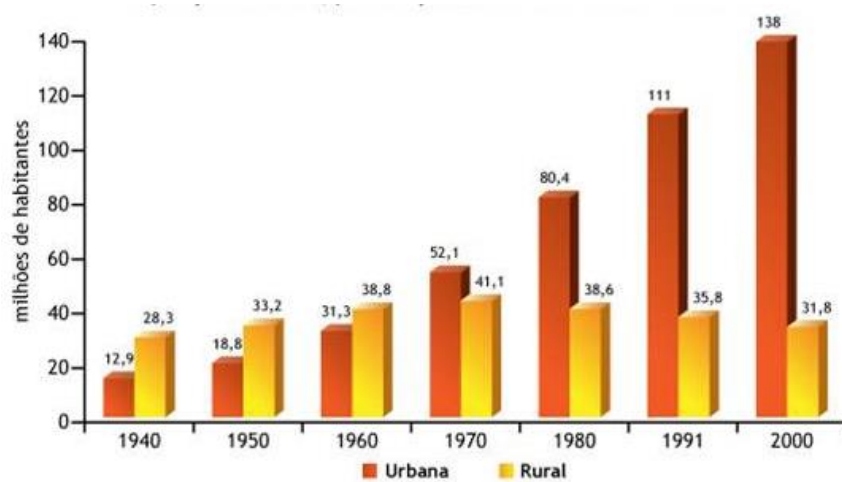


Figura 1. População residente por domicílio.
Fonte: IBGE (2001) – Tendências Demográficas.

Esse fenômeno migratório fez com que o saneamento básico (abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e disposição dos resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas) passasse a ser um dos principais problemas dos brasileiros. Luzzi (2005) ressalta que o modelo de desenvolvimento econômico atual apresenta um caráter altamente impactante ao ambiente natural, acarretando em graves problemas para a vida de grande parcela da população do planeta.

Segundo Resende e Vieira (2004), o lixo é um sério problema sanitário e ambiental do mundo moderno. No Brasil, esta área é a que mais sofre com a falta de prioridade das autoridades de todos os segmentos que formam o setor de saneamento. O total de lixo jogado a céu aberto é de quase 90%, fator prejudicial à saúde, pois os lixões fornecem condições propícias para proliferação de vetores de doenças, além de moscas, baratas e ratos,

dificultando o controle de epidemias. Além disso, esses locais liberam gases e geram a decomposição do lixo que forma o chorume, líquido que contamina o solo, o ar e os recursos hídricos ocasionando grande dano ambiental. Na Figura 2 pode ser observar que 42% dos RSU possuem destinação inadequada no Brasil.

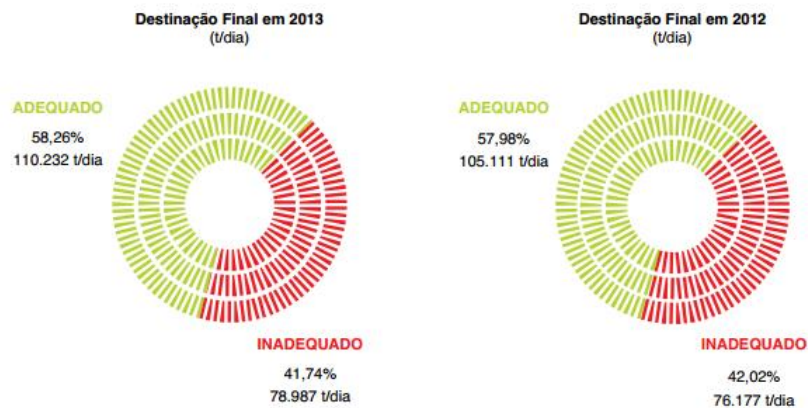


Figura 2. Destino de resíduos sólidos urbanos.
Fonte: Abelpre (2013) – Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil.

França e Ruaro (2009) lembram ainda que no Brasil os lixões são um dos destinos de resíduos sólidos mais utilizados, localizam-se próximos das áreas urbanas, com ausência de segregação dos materiais e alta precariedade no acondicionamento. Esses fatores resultam na contaminação do solo por substâncias que ocasionam mudanças significativas em sua estrutura natural, e o polui. Resultado da ação do homem que descartam diariamente, materiais como agrotóxico, esgoto, lixo e demais tipos de poluentes, provocando sérios danos ao meio ambiente (DINIZ et al., 2009).

A produção de resíduos é inevitável e, portanto, resta apenas ao homem criar estratégias para minimizar a quantidade de lixo produzida e realizar o tratamento e disposição final adequada para aqueles que a produção é inevitável. Diante disso um número cada vez maior de pessoas percebe a urgência de alterar o rumo das transformações provocadas principalmente por um modelo de desenvolvimento econômico de caráter predatório (PELICIONI et al., 2005). Essa situação faz surgir a necessidade de um local adequado para a destinação dos RSU, o aterro sanitário.

1.2 Aterro Sanitário

No Brasil a Lei 11.445/2007 é responsável por estabelecer normas para o saneamento básico, e deixa claro no artigo 7º que as atividades de coleta, transporte de resíduos, triagem para fins de reuso ou reciclagem e a disposição final são obrigatórias do serviço de limpeza urbana e manejo de sólidos urbanos (BRASIL, 2007).

A Lei Federal 12.305/2010, disponibiliza diretrizes para o gerenciamento de resíduos sólidos e à gestão integrada, onde também institui que até o ano de 2014 os “lixões” devem acabar (BRASIL, 2010). Essa exigência tem como foco que esses locais sigam normas sociais e ambientais, instituindo ainda que é de responsabilidade das prefeituras a implantação dos mesmos.

A norma da ABNT NBR 8419/1992 define aterro sanitário como um local para a disposição final dos resíduos sólidos urbanos sem causar grandes impactos ao meio ambiente e a saúde pública, e baseia-se em critérios de engenharia e normas operacionais, sendo caracterizado por esses critérios como uma forma segura de disposição final dos resíduos (CETESB, 1992).

As vantagens do aterro sanitário são diversas, sendo a solução mais econômica, se comparada a outros processos e dispõe do lixo de forma adequada. Além disso, possui grande capacidade de absorção diária de resíduos e condições que garantem a decomposição biológica da matéria orgânica no lixo (LIMA, 1991).

Estudos geológicos e topográficos devem ser realizados a fim de selecionar a área e verificar o solo onde será implantado um aterro sanitário, verificando se a localidade se adequa as necessidades da construção. Isso evita possíveis imprevistos devido ao planejamento adequado da obra, para isso o local deve atender as seguintes necessidades:

[...] o projeto de um aterro sanitário deve prever a instalação de elementos para captação, armazenamento e tratamento dos lixiviados e biogás, além de sistemas de impermeabilização superior e inferior. Esses elementos são de fundamental importância, pois, quando bem executados e monitorados, tornam a obra segura e ambientalmente correta, com reflexos diretos na melhoria da qualidade de vida da população do entorno do aterro (PROGRAMA NACIONAL DE CAPACITAÇÃO DE GESTORES AMBIENTAIS, 2009).

O Programa Nacional de Capacitação de Gestores Ambientais (2009) ressalta ainda que alguns procedimentos devem ser adotados na construção de um aterro sanitário, entre eles:

- Sistema de drenagem de águas superficiais;

- Sistemas de impermeabilização de fundos e laterais;
- Sistema de drenagem dos lixiviados;
- Sistema de tratamento de lixiviados;
- Monitoramento Ambiental;
- Monitoramento Geotécnico.

Os aterros sanitários são projetados e geridos com projetos de engenharia, e dessa forma passaram a ser uma forma de disposição e tratamento de resíduos avançado, alguns desses locais possuem ainda sistemas para a produção de biogás (CHEREMINISOFF, 2003).

Na Figura 3 está descrito o esquema de um aterro sanitário:

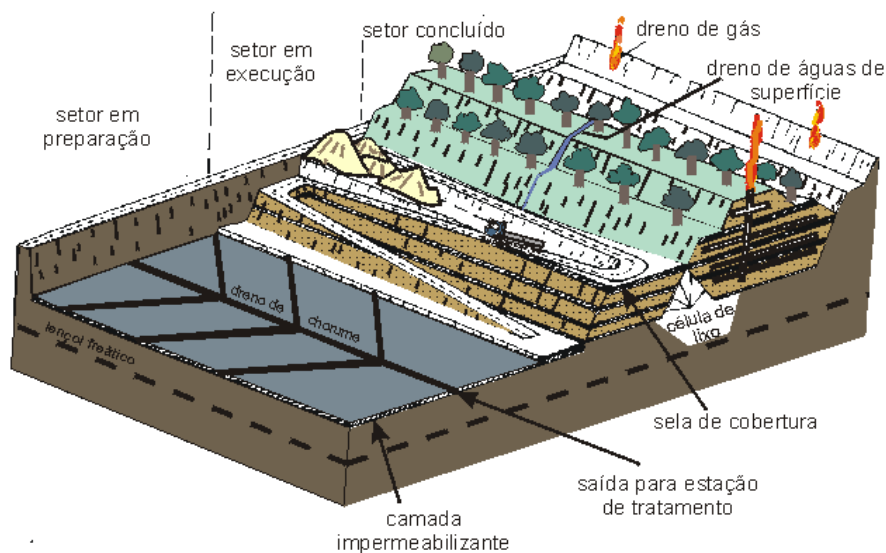


Figura 3. Aterro sanitário.

Fonte: Unespe – Módulo 12: Disposição de resíduos.

1.3 Efluentes Líquidos

1.3.1 Efluentes Líquidos e Tratamento Biológico

A percolação de origem externa como a água de chuva, escoamento superficial, águas subterrâneas e fontes de decomposição orgânica através das camadas do aterro, ocasionam a formação do chorume. Para evitar-se a contaminação do solo, das águas subterrâneas e superficiais que podem resultar em sérias consequências para a saúde pública, o chorume deve ser tratado antes de ser lançado ao meio ambiente. Entretanto, esse tratamento ainda é

um desafio a ser superado pelos aterros sanitários, pois suas características podem mudar de acordo com o resíduo e tempo de vida do aterro (MACHADO, 2009).

O chorume é altamente tóxico e prejudicial à saúde, é formado principalmente pela infiltração da água da chuva no aterro e apenas 5% corresponde, realmente, a decomposição de resíduos. As características físicas, químicas e biológicas do aterro influenciam diretamente no volume e intensidade com que os lixiviados são produzidos, e sua produção pode iniciar logo após a operação do aterro (FUENTES e VACA, 2006).

Caracterizado como um líquido com potencial poluidor que pode contaminar o solo e águas subterrâneas e superficiais, o lixiviado de aterro deve ser tratado para retornar a natureza de maneira controlada, assegurando assim que o aterro não cause danos à saúde humana (SALEM et al., 2008). No Brasil o tratamento biológico é o mais utilizado em controle do lixiviado. Em aterros novos, com elevado DBO e rico em ácidos graxos voláteis esse processo é considerado eficiente (ZOUBOULIS et al, 2004).

1.3.2 Tratamento de Lixiviado por Lagoas

Devido às inúmeras vantagens, tais como baixo custo de implantação e boa adaptabilidade em diversos locais, as lagoas de estabilização são um dos métodos mais difundidos no mundo, sobretudo em locais que dispõem de grandes áreas e clima tropical (HAMADA e MATSUNAGA, 2000).

O tratamento de lagoas é um processo tanto aeróbio como anaeróbio, promove a oxidação da matéria orgânica por meio do oxigênio produzido pelas algas no processo de fotossíntese, além de outros processos que interveem na degradação, como a estabilização por digestão (lagoas de estabilização) (YÁNEZ, 1993).

1.3.3 Lagoas Anaeróbias

As lagoas anaeróbias atuam como uma unidade primária em um sistema em série de lagoas e normalmente é empregada para a estabilização de altas cargas orgânicas, envolvendo a participação de apenas bactérias anaeróbias, tendo como principal função a degradação da matéria orgânica (MEDRI, 1997).

Na falta de oxigênio dissolvido, os micro-organismos facultativos transformam os compostos orgânicos, esse processo ocorre devido a digestão ácida e fermentação metanogênica, ocorrendo a redução do pH para 5 e 6 (JORDÃO e PESSOA, 1995). Por

receberem altas cargas orgânicas, essas lagoas ficam sem oxigênio dissolvido no meio líquido, sendo responsáveis pelo tratamento primário dos efluentes (UEHARA, 1989).

Essas lagoas demonstram maior desempenho no verão devido ao maior desempenho das atividades bacterianas em altas temperaturas. Todo esse processo ocorre quando a matéria orgânica que se deposita no fundo desses locais entra em digestão anaeróbia (TRUPPEL, 2002).

1.3.4 Lagoas Facultativas

Este tipo de sistema de lagoas funcionam com cargas orgânicas menores que as lagoas anaeróbias, permitindo assim o desenvolvimento de algas onde contém luz (na superfície), essas algas consomem os nutrientes inorgânicos e oxigena a massa líquida da lagoa. Tais fatores são procedentes da ação fotossintética dessas algas (SOUSA, 1994).

O uso desse tipo de tratamento tem como objetivo a estabilização bioquímica da matéria orgânica por meio de organismos aeróbios e anaeróbios (UEHARA, 1989). Nesses locais existem duas camadas, a localizada no fundo, onde predomina as ações anaeróbias e a superior que tem predominância de atividades aeróbias, onde o termo facultativo refere-se a essa diferença em um mesmo local.

Segundo Silva e Mara (1979) esses locais podem receber a adição de aeradores, que objetivam a mistura do efluente, buscando a minimização de locais sem atividades, homogeneizando algas e oxigênio e transporte do oxigênio para as zonas mais profundas.

1.3.5 Lagoas de Maturação

Tem como objetivo principal a remoção de organismos patogênicos e de nutrientes. A atividade predominante é aeróbia, devido a maior parte da carga orgânica já ter sido removida nos procedimentos anteriores (ZANOTELLI, 2002).

A prolongada exposição à radiação solar também é utilizada para eliminar a atividade bacteriana, demonstrando a importância de estudos da disponibilidade de fatores como: temperatura, radiação solar, pH, oxigênio, entre outros. Podendo atingir grande eficiência nos tratamentos, adequando-se a legislação e removendo principalmente os coliformes (VON SPERLING, 2005).

1.4 Destino para Efluentes Líquidos

Após o tratamento final dos efluentes e quando os mesmos se adéquam à legislação, os mesmos podem ser lançados nos corpos receptores ou recebem direcionamento para novas práticas.

1.4.1 Fertirrigação

A técnica de disposição de águas residuárias no solo tem sido amplamente utilizada, principalmente em regiões áridas e semiáridas, onde essa tecnologia ganhou destaque (MEDEIROS, 2005). Essa técnica evita a poluição de corpos hídricos, reduzindo por consequência a poluição das águas e proporcionando economia de água de boa qualidade que seria utilizada na irrigação (SOUZA, 2005). Isto por que esta técnica aceita água de menor qualidade, desde que esteja dentro dos parâmetros de toxidez para o homem e para o meio ambiente (PESCOD, 2005).

A fertirrigação pode ser um método eficaz e econômico para a produção agrícola se comparada com os métodos tradicionais (PERES et al., 2010). Isso já havia sido apontado por Shende (1985), onde verificou que o rendimento anual de culturas irrigadas por esta técnica proporciona melhores resultados quando comparadas à irrigação com água limpa ou ao uso de adubos químicos, pois apresentam carga suficiente de nutrientes para o desenvolvimento de culturas. Estes resultados também são corroborados por Hussar et al. (2005) que obteve melhores resultados na produção de beterraba irrigada com água proveniente de limpeza das baias da suinocultura tratadas por meio de reator anaeróbio quando comparada simplesmente com a irrigação com água limpa.

1.4.2 Recirculação do Lixiviado

Um processo que tem demonstrado eficiência na estabilização anaeróbia de resíduos sólidos é a recirculação do lixiviado como método de tratamento do mesmo, pois promove um contato melhor entre microorganismos, nutrientes e substratos insolúveis (POHLAND e KIM, 1999).

Pinto (2000) conseguiu reduzir o tempo de digestão em 138 dias quando passou a utilizar a recirculação do lixiviado, indicando que a estabilização da matéria orgânica foi devido à aplicação desta técnica. Segundo Picanço (2004) essa prática pode também criar

condições ideais de umidade e temperatura para digerir a fração orgânica dos resíduos sólidos do aterro e permite que algas não móveis e produtoras de oxigênio possam frequentar a zona fótica. Esta região é a mais propícia para as atividades fotossintéticas (TRUPPEL, 2002).

2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento desordenado da população vem gerando preocupação em diversas áreas ambientais, dentre elas a disposição de resíduos sólidos. Os aterros sanitários são uma das soluções encontradas para minimizar os problemas ambientais relacionados aos resíduos sólidos urbanos, pois possuem obras de engenharia adequada para a disposição desses materiais.

O conjunto de características técnicas dos aterros sanitários evita a contaminação atmosférica e não deixa que o chorume entre em contato com o solo e fontes de água, contaminando-o, situações essas que são causadoras da disseminação de diversas doenças. Além disso, é possível obter subprodutos que podem gerar renda como o biogás ou proporcionar água com qualidade para emprego na agricultura.

3 REFERÊNCIAS

- ABELPRE. **Panorama Nacional dos Resíduos Sólidos no Brasil**. p. 111. 2013.
- BRASIL. **Lei n.º 11.445 de 5 de janeiro de 2007**. Institui a Política Nacional de Saneamento básico. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em: 10 out. 2014.
- BRASIL. **Lei n.º 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui A Política Nacional De Resíduos Sólidos; altera a lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 10 out. 2014.
- CETESB. **Operação e manutenção de lagoas de estabilização**. 90p. São Paulo, 1992.
- CHEREMISINOFF, N. P. **Handbook of Solid Waste Management and Waste Minimization Technologies**. Butterworth Heinemann – Elsevier Science. Burlington - MA, 2003.
- DINIZ, I.S.; FURTADO, E. F.; MELO FILHO, H. B. Caracterização física do solo e estudo da contaminação da água nas proximidades do antigo lixão da cidade de Boa Vista – RR. **Norte Científico**, v.4, n.1, 2009.
- FRANÇA, R.G.; RUARO, E.C.R. Diagnóstico da disposição final dos resíduos sólidos urbanos na região da Associação dos Municípios do Alto Irani (AMAI), Santa Catarina. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.14, n.6, p. 2190-2197, 2009.
- FUENTES, L. A.; VACA, J. P. Evaluación del Sistema Alternativo de Evaporación Forzada de Lixiviados para el Relleno Sanitario “Don Juanito” de Villavicencio, Meta. **Dissertação de Mestrado**. p. 114. Universidad de La Salle - Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. Bogotá. 2006.

- HAMADA, J.; MATSUNAGA, I. Concepção do Sistema de Tratamento de Chorume para o Aterro Sanitário de Ilhéus - BA. In: **IX SILUBESA - SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**. Porto Seguro, Brasil, 2000.
- HUSSAR, G. J. et al. Efeito do uso do efluente de reator anaeróbio compartimentado na fertirrigação da beterraba. **Engenharia Ambiental - Pesquisa e Tecnologia**, Espírito Santo do Pinhal, v. 2, n. 1, p.35-45, 2005.
- IBGE. **Resultado do Censo 2000**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2001.
- JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 3 Ed. Rio de Janeiro: ABES, 720 p. 1995.
- LIMA, L. M. Q. **Tratamento de Lixo**. 2. Ed. São Paulo. Hermus, 1991.
- LUZZI, D. Educação ambiental pedagogia, política e sociedade. In: **PHILIPPI JUNIOR, A; PELICIONI, M. C. F.** Educação ambiental e sustentabilidade. p.381-400. Barueri: Manole, 2005.
- MACHADO, R. dos S. Avaliação da eficiência do tratamento biológico de lixiviado de aterro sanitário com recirculação do efluente por lagoas de estabilização. 64 p. “” Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC, 2009. Disponível em:<<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/124334/44.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 13 out. 2014.
- MEDEIROS, S.S. Alterações física e químicas do solo e estado nutricional do cafeeiro em resposta à fertirrigação com água residuária de origem doméstica. 114p. **Tese Doutorado**. Viçosa: UFV, 2005.
- MEDRI, W. Modelagem e Otimização de Sistemas de Lagoas de Estabilização para o Tratamento de Dejetos de Suínos. **Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)**. Florianópolis - SC, 1997. Disponível em:<<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/124334/44.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 14/10/2014.
- PELICIONI, M. C. F.; CASTRO, M. D. L.; PHILIPPI JUNIOR, A. A universidade formando especialistas em educação ambiental. In: PHILIPPI JUNIOR, A.; PELICIONI, M. C. F.. **Educação ambiental e sustentabilidade**. 1 ed., v.1, p.683-693. Barueri, SP: Manole, 2005.
- PERES, L. J. S; HUSSAR, G. J; BELI, E. Eficiência do tratamento de esgoto doméstico de comunidades rurais por meio de fossa séptica biodigestora. **Engenharia Ambiental Pesquisa e Tecnologia**, Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 1, p. 20-36, 2010.
- PESCOD, M.B. **Wastewater treatment and use in agriculture** – FAO Irrigation and Drainage paper, 2005. Disponível em: <<http://www.fao.org>> Acesso em: 15 de Novembro de 2014.
- PICANÇO, A.P. Influência da Recirculação de Percolado em Sistemas de Batelada de uma Fase e Híbrido na Digestão da Fração Orgânica de Resíduos Sólidos Urbanos. **Tese de doutorado**. Universidade de São Paulo, p.120, 2004.
- PINTO, D.M.C.R. Avaliação da Partida da Digestão Anaeróbia da Fração Orgânica de Resíduos Sólidos Domésticos Inoculados com Lixiviado. **Tese de doutorado**. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, p. 116, 2000.
- POHLAND, F.G. KIM, J.C. **In Situ Anaerobic Treatment of Leachate in Landfill Bioreactors**. Water Science and Technology. 1999.

- PROGRAMA NACIONAL DE CAPACITAÇÃO DE GESTORES AMBIENTAIS: Módulo específico licenciamento ambiental de estações de tratamento de esgoto e aterros sanitários / **Ministério do Meio Ambiente**. Brasília: MMA, 2009.
- RESENDE, I.L.M.; VIEIRA, J.E. Coleta Seletiva: Subsídio para a Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis - Quirinópolis – GO. In: **VII Seminário Nacional de Resíduos Sólidos** - Projetos Sócio-econômicos, São Paulo, 2004.
- RODRIGUES, M. C. **Tratamento Eletrolítico de Lixiviado de Aterro Sanitário**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/90546/241349.pdf?sequence=1>> Acesso em: 11 out. 2014.
- SALEM, Z.; HAMOURI, K.; DJEMAA, R. et al. Evaluation of landfill leachate pollution and treatment. **Desalination** 220, p.108–114, 2008.
- SHENDE, G. B. Status of wastewater treatment and agricultural reuse with special reference to Indian experience and research and development needs. In: **FAO Regional Seminar on the Treatment and Use of Sewage Irrigation**. p. 157-182. Rome: FAO, 1985.
- SILVA, S. A. e MARA, D. D. **Tratamentos Biológicos de Águas Residuárias: Lagoas de Estabilização**. Rio de Janeiro - ABES. 1979.
- SOUSA, A. A. P. Remoção de Matéria Orgânica, Sólidos Suspensos e Indicadores Bacteriológicos em Lagoas de Estabilização em Escala Real. Campina Grande, **Dissertação de mestrado**. Universidade Federal da Paraíba. 1994.
- SOUZA, J. A. A. et al. Efeitos da fertirrigação com água residuária de origem urbana sobre a produtividade do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, (Suplemento), 2005.
- TRUPPEL, A. Redução de Odores de uma Lagoa de Estabilização de Esgoto Sanitário e Avaliação de Qualidade de seu Efluente. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Ambiental). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2002.
- UEHARA, M. Y.; VIDAL, W. L. Operação de Lagoas Anaeróbias e Facultativas. **CETESB**. São Paulo, 1989.
- VON SPERLING, M. Princípios Básicos do Tratamento de Esgotos – 3ª ed. Belo Horizonte: **Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental** – UFMG. Minas Gerais, 2005.
- YÁNEZ, F. **Lagunes de estabilizacion**. Ed. CEPIS, Lima, Peru, 379p., 1993.
- ZANOTELLI, C. T. **Modelagem Matemática de Nitrogênio e Fósforo em Lagoas Facultativas e de Aguapés para Tratamento de Dejetos Suínos**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). p.180. Programa de Pós – Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.
- ZOUBOULIS, A.; I.; CHAI, X-L.; KATSOYIANNIS, I. A. The application of bioflocculant for the removal of humic acids from stabilized landfill leachates. **Journal of Environmental Management**. v. 70, p. 35-41, 2004.