

USINAS DE TRIAGEM, COMPOSTAGEM E TRATAMENTO DE CHORUME: UMA OPÇÃO ECONÔMICA E SUSTENTÁVEL

Fabio Velasques¹

Everton Rangel Bispo²

Márcio Moreira de Melo Junior³

Jônatas Pires Pinto dos Santos⁴

Júlio César Conceição⁵

Michel Ramos Pires⁶

RESUMO

O lixo não é um problema atual, toda sua problematização vem de longo tempo. Ao observar a Revolução Industrial, por exemplo, podemos comprovar os danos, principalmente à saúde, com a falta de saneamento, higiene e armazenagem de lixo. Antes disso o lixo era praticamente de material orgânico, uma vez que a produção era rural e a alimentação agrícola e pecuária. Com o passar dos anos e o crescimento da população, busca acelerada por aumento de produtividade e o uso desenfreado de recursos naturais aliados à emissão de resíduos poluentes, aumentou o lixo de forma desordenada e sem qualquer tratamento, sendo jogado em qualquer lugar, aumentando assim a proliferação de diversas bactérias, parasitas, insetos, entre outros. E, hoje, observamos o resultado da falta de compromisso com o meio ambiente. Neste sentido, a compostagem e a recirculação do chorume apresentam-se como perspectivas de tratamento mais promissoras, e têm sido amplamente analisadas. Entretanto, uma série de parâmetros físico-químicos deve ser avaliada e discutida para a manutenção das condições ótimas de digestão anaeróbia dos resíduos, assim como alguns critérios socioeconômicos de interesse.

Palavras- chave: Meio ambiente. Resíduos sólidos. Triagem. Compostagem. Chorume.

SCREENING PLANTS, COMPOSTING AND MANURE TREATMENT: AN ECONOMIC OPTION AND SUSTAINABLE

ABSTRACT

¹ Graduando em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), Rio de Janeiro, RJ, Brasil
velasques_@hotmail.com

² Doutor em Engenharia Materiais e de Processos Químicos e Metalúrgicos pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil
prof.evertonrangel@gmail.com

³ Graduando em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), Rio de Janeiro, RJ, Brasil
marciomoreirajr@yahoo.com.br

⁴ Graduando em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), Rio de Janeiro, RJ, Brasil
eng.jonataspires@gmail.com

⁵ Graduando em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), Rio de Janeiro, RJ, Brasil
negocios.julio@hotmail.com

⁶ Graduando em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), Rio de Janeiro, RJ, Brasil
mpires282@gmail.com

Waste is not a current problem, all your questioning comes from long time. Looking at the Industrial Revolution, for example, we can prove the damage, particularly health, lack of sanitation, hygiene and storage of waste. Before that garbage was virtually organic material, since the production was rural and agricultural and livestock feed. Over the years, population growth, accelerated search for increased productivity and rampant use of natural resources combined with the emission of polluting waste, increased waste in a disorderly manner and without treatment, being played anywhere, thus increasing the proliferation of various bacteria, parasites, insects, among others. And today, we see the result of lack of commitment to the environment. In this sense, composting and recycling the slurry is present as one of the most promising prospects treatment, and has been extensively analyzed. However, a number of physical and chemical parameters should be evaluated and discussed for the maintenance of optimum conditions of anaerobic digestion of waste, as well as some socio-economic criteria of interest.

Keywords: Environment. Solid waste. Screening. Composting. Manure.

1 INTRODUÇÃO

As usinas de triagem e compostagem tiveram início no final século XIX, com exemplares construídos em Budapeste e Munique e em outros países, onde seu principal objetivo seria fazer uma triagem para poder reutilizar e reciclar componentes do lixo e em larga escala aproveitar o material orgânico do lixo doméstico. Já no Brasil, existiam relatos de usinas operando em São Paulo, Curitiba, com a utilização do processo Beccari e uma usando um outro modelo em Petrópolis – RJ, em 1930. Não é de hoje que a preocupação com o meio ambiente e a busca de novas alternativas econômicas tem crescido (EIGENHEER; FERREIRA; ADLER, 2005).

Conforme Brollo e Silva (2001), desde os anos 70 o Brasil vem buscando desenvolver políticas que conseguissem orientar melhor a coleta dos resíduos e também dar um destino mais satisfatório para estes resíduos. Pelos anos 80 a ótica dessa política voltou-se para um pré-tratamento desses resíduos e a destruição desses materiais.

Nos dias atuais percebe-se que um maior aproveitamento dos resíduos e o descarte adequado de todo o material não aproveitável são grandes aliados ao desenvolvimento, e fatores preponderantes na preservação dos recursos naturais existentes, além de serem economicamente viáveis.

A Conferência Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável, em 1992, apoiada por diversos atos ecológicos, indica que se deve minimizar o lixo por meio dos **3R**: Reduzir, gerando menos lixo, evitando desperdícios; Reutilizar, prolongar a vida dos materiais e Reciclar, produzindo um novo produto a partir do velho (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2006).

2 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PNRS): LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010

Após vários anos em discussão, foi criada em 12 de agosto de 2010 a Política Nacional de Resíduos Sólidos, política endossada na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro dos dias 3 a 14 de junho de 1992, onde se buscou o entendimento das nações sobre a necessidade de preservação do nosso planeta, por meio de políticas que garantam o equilíbrio entre o ser humano e a natureza.

A PNRS expressa várias normas que buscam harmonizar o bem-estar social, a preservação dos bens naturais, a obtenção de renda por mecanismos que gerem emprego, a redução dos resíduos sólidos, novas tecnologias, pesquisas, a reciclagem, o reaproveitamento, a compostagem, coletas seletivas, o devido acondicionamento dos rejeitos dos resíduos sólidos, redução de lixões, leis de incentivos e punições a infratores.

A PNRS define como resíduos sólidos todo o material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviáveis seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente viáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Os resíduos sólidos, depois de eliminadas todas as chances de recuperação e tratamento, por meio de processos tecnológicos existentes e economicamente viáveis, que não apresentem outra possibilidade a não ser a disposição final ambientalmente correta são chamados de rejeitos.

A PNRS prevê o gerenciamento desses resíduos sólidos pela coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente corretas e um acondicionamento adequado dos rejeitos. A destinação final desses resíduos pode ocorrer por meio da reciclagem, compostagem, aproveitamento energético, disposição final ou outras práticas permitidas pela legislação. A disposição adequada ambientalmente correta deve ser aplicada de forma ordenada com a distribuição dos rejeitos em aterros sanitários. Os resíduos sólidos têm sua origem nos domicílios, na limpeza urbana, nos serviços públicos de saneamento básico, nas indústrias, nos serviços de saúde, na construção civil, nas atividades agropecuárias e silviculturais, nos serviços de transportes, na mineração e materiais radioativos.

Os resíduos sólidos são classificados em duas classes: A primeira é a classe I, que traz risco à saúde e à qualidade ambiental, em que se encontram materiais inflamáveis, que produzem vapores inflamáveis a temperaturas de até 60,5º C; materiais corrosivos, que têm PH menor ou igual a 2 ou PH igual ou maior que 12,5; materiais reativos, que são materiais quimicamente instáveis, que reagem violentamente com a água ou podem gerar gases tóxicos; materiais tóxicos, que causam efeitos adversos em organismos vivos e patogênicos, que contenham agentes biológicos capazes de causar doenças. A segunda é a classe II, que são resíduos não perigosos, que podem ser não inertes, classificados como classe II A, e inertes, classificados como classe II B (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

A coleta seletiva é um processo de separação dos resíduos sólidos orgânicos e inorgânicos. A ideia de coleta seletiva é buscar que essa seja feita no local onde este resíduo é gerado, seja nas residências, nas ruas, nas indústrias etc., facilitando o destino correto destes resíduos (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2006).

Em 25 de abril de 2001, o CONAMA emite a resolução de nº 275 (BRASIL, 2001), com validação nacional, que adotou padrões internacionais para separação desses resíduos. Essa separação é feita por recipientes de armazenamento com cores distintas, conforme se pode observar na figura 1, que indicam que tipo de resíduo pode ser depositado neles. As cores adotadas foram: azul: papel/papelão; vermelho: plásticos; verde: vidros; amarelo: metais; preto: madeira; laranja: resíduos perigosos; branco: resíduos ambulatoriais e de serviço de saúde; roxo: resíduos radioativos; marrom: resíduos orgânicos; e cinza: resíduos gerais não recicláveis ou misturados, ou contaminados não passíveis de separação.

Figura 1: Na coleta seletiva os resíduos sólidos são identificados por cores



Fonte: (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE, 2011).

3 TRIAGEM DO LIXO

A triagem é um processo de seleção em que é feita separação do material orgânico e inorgânico, oriundo da coleta do lixo comercial e domiciliar coletado na cidade. Esse processo inicia-se após o descarte desses resíduos em uma usina de lixo. Já nos municípios onde há coleta seletiva, que separa o lixo seco do lixo úmido, o processo de triagem é mais simples, pois se separam no lixo seco os resíduos recicláveis e inerentes de natureza diferente para posterior comercialização e extrai-se do lixo úmido a matéria orgânica para compostagem (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2006).

O processo de triagem pode ser realizado de forma manual, semiautomática e automática. De forma manual é indicada para cidades pequenas onde o volume de produção não justifica uma central automatizada, com o uso das associações de catadores de lixo, geração de muitas vagas de emprego, melhor distribuição dos lucros com reciclagem e baixo investimento inicial, tendo uma contrapartida de que a capacidade de separação torna-se limitada. Exige capacitação técnica de todos os funcionários, e a relação trabalho-produção depende de pessoas divididas em turnos, em que normalmente não se consegue fazê-la 24 horas por dia, e se não houver uma boa administração, a central pode fechar desperdiçando todo o investimento. A triagem semiautomática é indicada para cidades médias, onde é possível combinar o trabalho com associações de catadores de lixo e sistemas automatizados. Esse tipo de triagem provoca um impacto social positivo na cidade, permite a integração entre associações de catadores de lixo e indústria moderna e tem uma geração adaptável ao volume e demanda. Contudo, exige maior controle entre funcionários e o sistema de automação, e todos os funcionários devem ser qualificados. Já a triagem automática é indicada para cidades grandes, onde o volume de produção não possibilita o trabalho manual. Tem sua capacidade de separação estimada na implantação da obra, podendo ser aumentada facilmente – produção 24 horas por dia se necessário, alta qualidade dos produtos separados, tem seus produtos mais fáceis de vender

devido à melhor qualidade e um processo confiável, permitindo exportar volumes dando garantias mínimas de quantidades a serem fornecidas. Todavia, diminui consideravelmente a quantidade de funcionários necessários, tem sua geração de riqueza mais concentrada e exige um alto investimento inicial (MACHADO, 2013).

Um bom desempenho na triagem interfere nos demais processos de uma usina, onde se sugere uma seguinte separação: matéria orgânica, que são materiais compostáveis, como restos de comida, frutas, hortaliças, folhas entre outros; materiais recicláveis como papel, papelão, PET, sacolas plásticas, metais, alumínio, vidro etc.; rejeitos, que são papel higiênico, fraldas, absorventes etc. e resíduos de materiais específicos, como pilhas, baterias, industriais, pneus, embalagens vazias de agrotóxicos – conforme resolução do CONAMA (BRASIL, 2001) – lâmpadas fluorescentes etc. Esses materiais não devem ser aceitos nas usinas. Além disso, existem procedimentos diários, mensais, semestrais e anuais que devem ser obedecidos para que este processo seja executado de forma correta e não traga danos à saúde do funcionário que irá manusear os resíduos. Nos processos diários é necessário o uso de EPIs, que são: respirador individual, luvas, botas e aventais. Troca dos uniformes a cada dois dias, ou antes, caso seja necessário; todos os componentes do lixo devem ser separados rigorosamente; ter o cuidado para que os componentes separados não caiam no chão; fazer a distribuição do material triado corretamente; não permitir que animais domésticos circulem no local; fazer a varrição do local após o término das atividades; lavar com detergente e desinfetante a área utilizada para triagem e os recipientes de armazenamento utilizados para o transporte da matéria orgânica e dos rejeitos e fazer a pesagem dos recipientes cheios antes de enviá-los ao seu destino final. Nos processos mensais, deve-se observar a limpeza dos ralos e as canaletas de drenagem; a substituição dos recipientes danificados utilizados em todo o processo e a manutenção dos equipamentos mecanizados da mesa de triagem. Nos procedimentos semestrais e anuais recomenda-se a reposição dos EPIs e uniformes; a pintura de toda a área e a desinsetização do local utilizado para o processo (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2006).

4 COMPOSTAGEM DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS

Após o processo de triagem, o material orgânico que é recolhido é levado para um local chamado de pátio de compostagem, que deve ser um local adequadamente pavimentado e preferencialmente impermeabilizado, que possua drenagem e que permita a presença de sol em toda a sua extensão.

A compostagem é um processo biológico de valorização da matéria orgânica, seja ela de origem urbana, doméstica, industrial, agrícola ou florestal, e com o reaproveitamento do lixo orgânico, em presença de oxigênio do ar, sob condições controladas pelo homem (PEREIRA NETO, 1987).

Os produtos do processo de decomposição são: gás carbônico, calor, água e a matéria orgânica. Trata-se de um processo natural em que os micro-organismos, como fungos e bactérias, são responsáveis pela degradação de matéria orgânica e passam por três fases distintas e de muita importância para o processo do qual gera o composto (AQUINO, 2005).

A presença da umidade é responsável pelas ações microbianas necessárias para a decomposição da matéria orgânica (PEREIRA NETO, 1998). Segundo a Fundação Estadual do Meio

Ambiente (2006), o excesso de umidade também é prejudicial para este processo, pois preenche os vazios existentes nas leiras e provoca anaerobiose, que produz odores desagradáveis, atrai vetores e chorume. O ideal é que o índice de umidade fique em 55%, e em todo o processo de compostagem, a temperatura deve ser monitorada e observada. Ao iniciar o processo de degradação da matéria, também conhecida como fase mesofílica, as temperaturas são moderadas ($T < 35^{\circ}\text{C}$). Já na fase de degradação ativa, que também é a fase mais longa, é chamada de fase termofílica ($T < 65^{\circ}\text{C}$), em que o ideal é 55°C . Em seguida vem a fase da maturação (T entre 30 e 45°C). As temperaturas devem ser averiguadas nas leiras e sempre que estiver acima de 65°C , é preciso ser feita a aeração, que é um reviramento desse material ou mesmo a modificação da configuração geométrica. Após os 90 dias a temperatura começa a reduzir, iniciando a fase de maturação, que é quando a massa da compostagem permanecerá em repouso, originando o composto maturado. Caso a temperatura demore a subir para atingir os limites desejados, é necessário verificar se o material está com baixo nível de ação microbiana; nesse caso, adiciona-se matéria orgânica, além de observar se o material está com ausência de umidade, com excesso de umidade ou muito compacto, para então adotarem-se procedimentos na rotina de operação. Na fase da maturação o material deverá ficar em repouso, sem que sejam adotadas as práticas de reviramento e correção da umidade. Com isso a temperatura do composto tende a igualar com a temperatura ambiente e sua cor adquirirá tons escuros (marrom escuro e preto).

A resultante da decomposição da matéria orgânica após a compostagem é o composto maturado, que depois é peneirado em peneira manual ou mecânica rotativa, para que suas partículas se tornem homogêneas e assumam um aspecto estético para sua utilização futura (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2006).

Assim, tanto para o fabrico como para a estocagem o composto deve ser acondicionado em lugar coberto e pavimentado, buscando assegurar sua qualidade (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2006).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente os produtos da compostagem são amplamente utilizados nas áreas de jardinagem, hortas, substratos para plantas e na adubação do solo para produção agrícola em geral, como adubo orgânico reintegrando à terra os nutrientes do qual necessita, aumentando sua capacidade de retenção de água, promovendo o controle da erosão e evitando o uso de fertilizantes sintéticos. Segundo o Ministério, algumas vantagens para prática da compostagem são:

- a) no processo de decomposição em compostagem ocorre somente a formação de CO_2 , H_2O e biomassa (húmus), por ser um processo de fermentação que ocorre na presença de oxigênio (aeróbico), permite que não ocorra a formação de CH_4 (gás metano), que é altamente nocivo ao meio ambiente, muito mais agressivo (23X) que o gás carbônico em termos de aquecimento global;
- b) redução do lixo destinado ao aterro, com a conseqüente economia com os custos de aterro e aumento de sua vida útil;
- c) revalorização e aproveitamento agrícola da matéria orgânica;
- d) reciclagem de nutrientes para o solo;
- e) processo ambientalmente seguro;
- f) eliminação de patógenos devido à alta temperatura atingida no processamento; e
- g) economia de tratamento de efluentes.

Já está comprovado que aterros e incineradores (mesmo que para geração de energia) não são viáveis para os municípios abaixo de 100.00 habitantes. As usinas de compostagem são indústrias limpas, com tecnologia que se desenvolveu diferente das antigas. Já existe metodologia aprovada para obtenção de créditos de carbono por meio da operação de compostagem, em que uma tonelada de composto é equivalente a uma tonelada de CO₂, cotada a U\$ 15,00/tonelada, promovendo a sua viabilidade econômica (MMA, 2008).

5 CHORUME

O chorume é uma substância líquida escura gerada a partir da decomposição das matérias orgânicas e pode ser facilmente encontrado em terrenos baldios, onde a população joga seu lixo sem qualquer tratamento, lixões, aterros sanitários, cemitérios, que são denominados como necrochorume, já que é produzido pela decomposição dos cadáveres e também necessita de tratamento, e até mesmo no lixo acumulado por nós (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992).

Tem um odor muito forte e desagradável, resultado das reações físicas, químicas e biológicas, além da água das chuvas em contato com o material orgânico, que tem coloração escura e textura viscosa, podendo ser encontradas várias substâncias como: nitrogênio orgânico, chumbo, cromo, carbono, mercúrio, arsênio e cobre (INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS NUCLEARES, 2004).

O chorume possui baixa biodegradabilidade, em virtude dos metais pesados que não somos capazes de eliminar e que se acumulam em nosso organismo. E apesar de alguns serem necessários para o desenvolvimento biológico, quando em altas doses, causam sérios riscos para os seres vivos (BILA, 2000; MOTA, 1998).

Pesquisas apontam que em casos de acumulação de metais pesados, os humanos podem desenvolver problemas de saúde como: dermatoses, problemas pulmonares, rinite alérgica, diarreia, tireoide, tumores no fígado e alterações gastrointestinais e neurológicas (DUFFUS, 2002). O chorume, além de tudo isso, atrai insetos como moscas e baratas, e roedores, como ratos, que podem transmitir muitas doenças para os seres vivos.

Portanto, o tratamento do chorume é de suma importância para o meio ambiente, pois a falta de tratamento pode chegar aos lençóis freáticos, rios e nascentes, contaminando os recursos hídricos (BOSCOV, 1997).

Segundo o Site Pensamento Verde sobre o Tratamento de Chorume:

Depois da coleta, o chorume segue para o tratamento antes de ser reutilizado ou descartado. O tratamento é feito no mesmo local onde o material foi coletado. Dentre as formas de tratamento estão: Tratamento Biológico: realizado nas lagoas anaeróbicas, aeróbicas e de estabilização; Tratamento por Oxidação: onde é feita a queima e a evaporação do chorume; Tratamento Químico: onde ocorre adição de substâncias químicas ao chorume. No Brasil, a forma mais comum de tratamento é o biológico, por ser considerado bastante eficiente em aterros novos e com um alto teor de material bioquímico. Este processo pode ser afetado por fatores como clima, idade do aterro e quantidade de carga orgânica existente no chorume. Pode-se dizer que ele é composto por três unidades: Lagoa Anaeróbica: onde o chorume fica em tratamento por sete dias. A degradação da matéria orgânica ocorre na falta de oxigênio. A profundidade dessa lagoa deve ser de dois a quatro metros; Lagoa Aeróbica: após

sair da Lagoa Anaeróbica, o chorume recebe uma oxigenação forçada por três a cinco dias. Nessa etapa ocorre a remoção de metais pesados; Lagoa de Estabilização: depois de passar pela Lagoa Aeróbica, o chorume se transforma em lodo que é posto em um leito de secagem, onde, depois de seco, poderá ser descartado da forma correta. O tratamento Biológico se caracteriza pela eficiência, simplicidade e baixo custo. O chorume é tratado com base na estabilização da matéria orgânica. E mais, se o aterro não dispuser de condições para manter as três lagoas, pode optar pela escolha de uma delas. Assim, o chorume será tratado, de acordo com o mecanismo da lagoa escolhida (ou anaeróbica, ou aeróbica, ou de estabilização). Porém deste modo, o resíduo líquido não poderá ser reaproveitado ou mesmo despejado, só armazenado. (COMO..., 2013).

Segundo o site Puc Sustentabilidade, uma tecnologia pioneira no tratamento de chorume, desenvolvida no Estado do Rio de Janeiro, no município de São Gonçalo, tem transformado o chorume por meio de membranas que deixam passar apenas moléculas de água, em água destilada. Mesmo sendo tratamento que envolve alta tecnologia, trouxe um retorno de R\$ 300 mil reais em apenas dois meses de utilização. Já em Cariacica (Espírito Santo), uma tecnologia brasileira transforma chorume em água tratada e biofertilizante, que pode ser utilizado como adubo em plantações. Diariamente, 130 mil litros de chorume são tratados (TECNOLOGIAS..., 2014).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As usinas de triagem, compostagem e o tratamento do chorume são um bom exemplo de trabalhos sustentáveis que atendem às determinações da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Podemos observar que o lixo e os resíduos sólidos de uma forma geral sempre foram uma grande “dor de cabeça” para a humanidade, que excessivamente vem buscando seus interesses pessoais, não atentando às possíveis consequências, utilizando indiscriminadamente os recursos naturais.

A proposta desse tratamento por meio da reciclagem e da compostagem vem salientar que podemos transformar o que para muitos é considerado perdido em solução com viabilidade econômica.

Além disso, as empresas que com suas atividades são grandes geradoras desses resíduos podem optar pelo reaproveitamento e reciclagem, criando novos produtos e novas tecnologias, diminuindo custos, cumprindo as leis, contribuir para o meio ambiente e gerar receitas para si e para seus colaboradores, conforto visual e propagar um meio sustentável.

O chorume, que também é considerado um grande vilão dos aterros sanitários, tem conseguido por meio das novas tecnologias tornar-se um grande aliado no que diz respeito à escassez de água, podendo ser aproveitado como água de reuso e promovendo uma grande economia na utilização da água potável.

Conclui-se que essas atividades realizadas nesses tipos de usinas constituem uma opção viável, por tratar de forma correta a questão dos resíduos sólidos, quer sejam eles industriais ou não, e que é preciso que esses tipos de atividades sejam cada vez mais divulgados e recebam investimentos e parcerias.

REFERÊNCIAS

- AQUINO, A. M. Integrando compostagem e vermicompostagem na reciclagem de resíduos orgânicos domésticos. **Circular Técnica**: EMBRAPA, Seropédica, n. 12, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419**: apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos: procedimento. Rio de Janeiro, 1992.
- BILA, D. M. **Aplicação de processos combinados no tratamento do chorume**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.
- BOSCOV, M. E. G. **Contribuição ao projeto de sistemas de contenção de resíduos perigosos utilizando solos lateríticos**. 1997. 2v. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 04 abr. 2015.
- BRASIL. Ministério Do Meio Ambiente. **Compostagem**. Brasília, DF, [200?]. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/compostagem.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2015.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano nacional de resíduos sólidos**. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/253/_publicacao/253_publicacao02022012041757.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2015.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril de 2001. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 19 jun. 2001. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=273>>. Acesso em: 04 abr. 2015.
- BROLLO, M. J.; SILVA, M. M. Política e gestão ambiental em resíduos sólidos: revisão e análise sobre a atual situação no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 2001. **Anais...** João Pessoa: [s.n.], 2001. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/brasil21/vi-078.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2015.

CASTILHOS JUNIOR, A. B. (Org.). **Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos com ênfase na proteção de corpos d'água**: prevenção, geração e tratamento de lixiviados de aterros sanitários. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2006.

COMO funciona o processo de tratamento de chorume? **Pensamento Verde**, 7 maio 2013. Disponível em: <<http://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/como-funciona-o-processo-de-tratamento-de-chorume>>. Acesso em: 3 nov. 2015.

DUFFUS, J. H. Heavy metals: a meaningless term?. **Pure Appl. Chem.**, Scotland, v. 74, n. 5, p. 793-807, 2002.

EIGENHEER, E. M.; FERREIRA, J. A.; ADLER, R. R. Usinas de triagem e compostagem no estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: UERJ, 2005. Disponível em: <<http://www.lixoeeducacao.uerj.br/images/pdf/UTCERJ.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2015.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (MG). **Orientações básicas para operação de usina de triagem e compostagem de lixo**. Belo Horizonte, 2006. Disponível em: <<http://www.feam.br/images/stories/arquivos/Usina2.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2015.

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS NUCLEARES. Estudo comparativo das técnicas de tratamento do chorume utilizadas em alguns aterros sanitários. São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://www.ipen.br/biblioteca/cd/ictr/2004/ARQUIVOS%20PDF/12/12019.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2015.

MACHADO, B. G. **Portal resíduos sólidos**: enviTeSB Ltda. [S.l.: s.n.], 2013. Disponível em: <<http://www.urbam.com.br/sitenovo/servicos/estacao-de-tratamento-de-residuos-solidos/centro-de-triagem/reciclagem.aspx>>. Acesso em: 05 jun. 2015.

MELLO, L. L. **Tecnologia inovadora trata chorume**. PucSustentabilidade, Paraná, 11 ago. 2014. Disponível em: <<https://pucsustentabilidade.wordpress.com/2014/08/11/tecnologia-inovadora-trata-chorume/>>. Acesso em: 29 de maio de 2015.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, 1998.

OLIVEIRA, E. C. A. de O.; SARTORI, R. H.; GARCEZ, T. B. **Compostagem**. Piracicaba: USP< 2011. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Compostagem_000fhc8nfqz02wyiv80efhb2adn37yaw.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2015.

ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS. **Declaração do Rio sobre o meio ambiente**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2015.

PEREIRA NETO, J. T. Lixo urbano no Brasil: descaso, poluição irreversível e mortalidade infantil. **Ação Ambiental**, Viçosa, p. 8-11, ago./set. 1998.

PEREIRA NETO, J. T. **On the treatment of Municipal refuse and sewage sludge using aerated static pile composting: a low cost technology approach**. 1987. 272 f. Tese (Doutorado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Leeds Metropolitan University, Leeds, 1987.

TAVARES, B. F. D. Tratamento de chorume: análise dos afluentes da evaporação forçada. 2011. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10001824.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2015.

TECNOLOGIAS transformam o chorume, resíduo tóxico do lixo, em água limpa. **G1**, Rio de Janeiro, 8 ago. 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2014/08/tecnologias-transformam-o-chorume-residuo-toxico-do-lixo-em-agua-limpa.html>>. Acesso em: 05 jun. 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE. **Curiosidades**. Rio Grande do Norte, 2011. Disponível em: <<http://www.meioambiente.ufrn.br/?p=5462>>. Acesso em: 9 nov. 2015.

Recebido em: 12 jun. 2015.
Aprovado em: 27 out. 2015.