



uniderp

PAULA DIAS GALLI

**SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE CHORUME EM ATERRO
SANITÁRIO**

Campo Grande
2018

PAULA DIAS GALLI

**SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE CHORUME EM ATERRO
SANITÁRIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Uniderp, como requisito parcial
para a obtenção do título de graduado em
Engenharia Civil.

Orientador: Lais Borges

PAULA DIAS GALLI

SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE CHORUME EM ATERRO SANITÁRIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Uniderp, como requisito parcial para a obtenção do título de graduado em Engenharia Civil.

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Campo Grande, **dia** de dezembro de 2018.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida e pela saúde, pois nada seria sem a graça dele.

Agradeço também a minha família, meus pais Marcus e Luiza e meu irmão Raul no qual não mediu esforços para me ajudar até aqui, estando sempre ao meu lado independente de qualquer situação, me dando suporte em todos os momentos da minha graduação.

Agradeço meus amigos de curso que estiveram comigo desde o começo, me auxiliando, ensinando e dando força para não desistir, em especial aos meus eternos amigos Giovana Brito, Pablo Garcia, Carlos Eduardo e Lima, Wladimir Vila Nova e Sergio Carvalho.

Agradeço aos meus amigos Cajamar Silva, Monik Roth, Alexandre Guimarães e ao Sergio Miranda que me auxiliaram e me incentivaram para realização desse trabalho de conclusão de curso.

Agradeço a todos os professores pela dedicação e amor a profissão, compartilhando todos os seus conhecimentos.

GALLI, Paula Dias. **Sistema de Captação de Chorume em Aterro Sanitário**. 2018. Número total de folhas. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil – Universidade Anhanguera-Uniderp, Campo Grande, 2018.

RESUMO

Este trabalho aborda a importância de um sistema de captação do chorume em um aterro sanitário, e tem como objetivo geral reunir os métodos e técnicas mais relevantes para a captação de chorume utilizados no Brasil. O estudo foi realizado através de revisão bibliográfica, análise de artigos e normas brasileiras publicados entre 1992 a 2016. Os Resíduos Sólidos são os principais geradores de chorume sendo um grande problema para muitas cidades, e o local de tratamento e disposição do mesmo são os aterros sanitários. Foi visto que o principal impacto causado pelo descarte inadequado pelo percolado ocasiona graves danos ao meio ambiente, à saúde pública, sendo o lençol freático o maior prejudicado. A eficiência da gestão do sistema de captação percolado nos aterros sanitários está diretamente ligada a interação do poder público, privado, sociedade e nos vários segmentos envolvidos, e com a tecnologia que vem avançando ao longo dos anos.

Palavras-chave: Chorume; Aterro sanitário; Meio ambiente; Lençol Freático; Saúde pública.

GALLI, Paula Dias. **CHORUME COLLECTION SYSTEM IN SANITARY LAND**. 2018. Total number of sheets. Completion of Civil Engineering Course - University Anhanguera-Uniderp, Campo Grande, 2018.

ABSTRACT

This work deals with the importance of a slurry capture system in a landfill, and its general objective is to gather the most relevant methods and techniques for the capture of slurry used in Brazil. The study was carried out through bibliographic review, article analysis and Brazilian standards published between 1992 and 2016. Solid waste is the main manure generator being a major problem for many cities, and the site of treatment and disposal is landfills toilets. It was seen that the main impact caused by the inadequate discharge by slurry causes serious damage to the environment, public health, and the main groundwater table is damaged. The efficiency of the management of the slurry collection system in landfills is directly linked to the interaction of public and private power, society and the various segments involved and with the technology that has been advancing over the years.

Key-words: Slurry; Landfill; Environment; Ground; Public health.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Esquema de um aterro controlado, com destaque para as medidas mínimas de redução dos impactos ambientais.....	12
Figura 2 – Origem do chorume.....	13
Figura 3 – Impacto ambientais e sociais da disposição de resíduos sólidos urbanos em vazadouro a céu aberto (lixão)	15
Figura 4 – Rede de drenagem.....	16
Figura 5 – Fluxo da água em um aterro sanitário	17
Figura 6 – Afloramento de chorume	18
Figura 7 – Sistema de drenagem de chorume.....	19
Figura 8 - Sistema de manejo apenas de aterros.....	21
Figura 9 - Aterro Sanitário.....	23
Figura 10 - Aterro Sanitário finalizado	24

LISTA DE ABREVIATURAS ESIGLAS

PEAD	Geomembrana de Polietileno de Alta Densidade
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
PVC	Policloreto de vinilia

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. A ORIGEM DO CHORUME E SEUS IMPACTOS	12
3. REDE DE DRENAGEM E RELEVÂNCIA DA CAPTAÇÃO DO CHORUME.....	16
4. RELEVÂNCIA DA CAPTAÇÃO DO CHORUME.....	20
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
REFERÊNCIAS.....	26

1. INTRODUÇÃO

O aterro sanitário é o sistema de disposição e tratamento de RSU (*Resíduos Sólidos Urbanos*), mais viável e utilizado no Brasil, pois tem como pontos positivos, o baixo impacto ambiental, o controle de poluição, e os custos financeiros. É uma obra complexa de engenharia, fundamentada por normas operacionais específicas.

Uma das principais obras do aterro sanitário é o sistema de drenagem, já que compreende todas as medidas para o escoamento das águas das chuvas, chorume percolado e queima do Biogás. O controle das emissões de percolados e gases, bem como o monitoramento ambiental geotécnico é fundamental para o controle da estabilidade dos taludes e garantia da eficiência do mesmo.

A falta de uma drenagem de águas pluviais eficiente pode causar maior infiltração na célula, aumentando o volume do percolado gerado. Sendo assim, se esse aumento percolado não for drenado corretamente para fora da célula, o mesmo pode infiltrar pelos taludes, e escoar pelas canaletas de águas superficiais, e pode haver a contaminação do solo e das águas subterrâneas, gerando crime ambiental. Qual a importância do sistema de captação de chorume no aterro sanitário?

O objetivo desse trabalho é realizar uma revisão bibliográfica que reúna os mais importantes métodos e técnicas de captação de chorume utilizados no Brasil. Analisar como é gerado o chorume, demonstrando quais os impactos do chorume no meio ambiente e abordar as principais necessidades em ter uma rede de captação de chorume correta. Com isso, demonstrar a relevância da captação de chorume no aterro sanitário.

A metodologia a ser utilizada neste trabalho de conclusão de curso se apoiará na Revisão de Bibliográfica, sendo ela qualitativa e descritiva. Neste estudo serão realizados análise de artigos publicados sobre impactos causados pela falta de captação do chorume, geração do chorume e direcionamento do percolado. Nesse estudo a principal fonte de informação são sites, artigos publicados online, notícias, trabalhos de conclusão de curso, dissertações e normas brasileiras, que datam de 1992 a 2016.

2. A ORIGEM DO CHORUME E SEUS IMPACTOS

Grande parte dos problemas do meio ambiente tem relação com os resíduos sólidos produzidos pela sociedade moderna, já que esta é imensamente consumista. A consolidação do processo industrial, em conjunto do aumento da população e a consequente busca por bens de consumo, o homem tem produzido quantidades extremas de resíduos sólidos sem conhecimento de sua eliminação correta, sendo assim incapaz de não gerar prejuízos para si próprio e para o meio ambiente (LEITE; BERNARDES; SEBASTIÃO, 2004).

O crescimento urbano precisa de um planejamento, do contrário pode ocasionar uma série de problemas, entre os quais evidenciam-se: a poluição hídrica; o acúmulo de lixo em locais inapropriados, colocando assim em risco a saúde pública; além deste pode ocorrer o desmatamento com a falta de áreas verdes e de proteção do meio ambiente, que comprometem a fauna (GRANZIERA, 2001).

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, realizada em 2008, relata que 50,8% dos municípios brasileiros possuem lixões, o que é considerado ultrapassado, como método de disposição final dos resíduos, 22,5% são aterros controlados e 27,7% fazem a disposição em aterros sanitários (IBGE, 2010).

Figura 1 - Esquema de um aterro controlado, com destaque para as medidas mínimas de redução dos impactos ambientais



Fonte: FEAM (2008)

Em vários países pelo mundo, os resíduos sólidos são incinerados, conduta que pode gerar energia e reduz satisfatoriamente o seu volume (BAIRD, 2002).

Porém, aqueles que são inutilizáveis devem ser despejados em aterros sanitários, em consequência da alta concentração de metais pesados e outras substâncias perigosas presentes em sua composição. Quando depositados nos aterros, a consolidação dos resíduos sólidos urbanos dá-se através de etapas biológicas, sendo as principais: a fase de degradação aeróbica e a fase de degradação anaeróbica (HO; CHOW, 2008; LU et al., 1985 apud COSTA; WIESINIESKI, 2013).

O chorume, que é conhecido também como percolato, trata-se de um líquido escuro e de odor repulsivo gerado da decomposição dos resíduos depositados em aterros, que possui altas concentrações de compostos orgânicos e inorgânicos. Sua composição físico-química é versátil e depende de aspectos como o período de disposição, condições pluviométricas locais, características do próprio lixo e da influência da temperatura. O percolato contém altas concentrações de sólidos suspensos, metais pesados e compostos orgânicos que decorrem da degradação de substâncias que são metabolizadas, como por exemplo, carboidratos, proteínas e gorduras (BERTAZZOLI; PELEGRINI, 2002).

Figura 2 – Origem do chorume



Fonte: Natureza Mais Limpa (2012)

A presença do chorume é a ameaça mais significativa para as águas subterrâneas, em virtude de que ele pode alcançar camadas muito profundas do aterro. O chorume também pode ter um fluxo de escoamento lateral para um

determinado ponto onde é descarregado para a superfície, ou move-se através da base do aterro em direção a superfície. Conforme a natureza destas formações e da ausência do sistema de coleta do chorume, este que é associado diretamente à contaminação dos aquíferos abaixo da linha do aterro, tornando-se alvo de amplas investigações, desde 1930 (WALLS; 1975 ZANONL 1972).

Segundo Lanza (2009), ainda que o chorume e os gases sejam os maiores problemas causados pela decomposição do lixo, outras adversidades associadas com a sua disposição podem ser assim compreendidas, por exemplo: poluição do solo e das águas superficiais próxima; poluição de águas subterrâneas; poluição visual; presença de odores desagradáveis; presença de vetores, causando doenças diretamente a catadores; pessoas que trabalham no lixo; população do entorno e, indiretamente a população; presença de catadores precariamente organizados, inclusive crianças; presença de gases de efeitos: estufa e explosivo, dioxinas e devido à queima, intensa degradação da paisagem, riscos de incêndio e a desvalorização imobiliária no entorno.

Em termos ambientais, os lixões agravam a poluição do ar, do solo e das águas, além de provocar poluição visual. Nos casos de disposição de pontos de lixo nas encostas é possível ainda ocorrer a instabilidade dos taludes pela sobrecarga e absorção temporária da água da chuva, provocando deslizamentos.

Segundo Cherubini (2008), a disposição inadequada dos RSU está diretamente relacionada com os problemas causados por estes resíduos no solo, nas águas e no ar. O chorume possui grande nível de toxicidade e compostos solúveis, e por isso o mesmo necessita de um tratamento antes de ser emitido nas lagoas, pois há grande possibilidade de contaminação das águas do subsolo que ficam nas proximidades do aterro.

O chorume absorvido pelo leito do aterro contamina o solo conforme as suas condutividades hidráulicas, problema que atinge principalmente aos lençóis freáticos.

Quando há a contaminações das águas subterrâneas, não existe nenhuma possibilidade de autopurificação, sendo que a diluição se torne a única saída para a atenuação da contaminação. Nesses casos, e em consequência das altas concentrações de matéria orgânica, amônia e sais, os usos dos poços freáticos na área de influência dos lixões ou aterros, podem ficar totalmente inviabilizados (PASCHOALATO, 2000).

Figura 3 - Impactos ambientais e sociais da disposição de resíduos sólidos urbanos em vazadouro a céu aberto (lixão)



Fonte: Fundação Estadual de Meio Ambiente – FEAM (2008)

Nesta senda, é importante destacar que o chorume é originário de três diferentes fontes, sejam elas:

- Da umidade natural do lixo, aumentando no período chuvoso;
- Da água de constituição da matéria orgânica, que escorre durante o processo de decomposição;
- Das bactérias existentes no lixo, que expõem enzimas, enzimas essas que dissolvem a matéria orgânica com formação de líquido (SERAFIM, 2003).

De acordo com Cassini (2015), o chorume pode permanecer por muitos anos após o encerramento das operações do aterro, fazendo-se necessário o monitoramento do líquido durante décadas. Deste modo, por tudo que foi exposto neste estudo bibliográfico, fica evidente que devem ser feitos esforços para minimizar a formação do chorume, controlar o seu percurso no meio ambiente, tratando-o antes do seu descarte, evitando a contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas.

3. REDE DE DRENAGEM E RELEVÂNCIA DA CAPTAÇÃO DO CHORUME

Segundo Monteiro (2001), a coleta do chorume é feita por drenos implantados sobre a camada de impermeabilização inferior e arquitetado em forma de espinha de peixe, com drenos secundário conduzindo o chorume para um dreno principal que irá levá-lo até um poço de reunião, de onde será transportado para a estação de tratamento. O canal destes drenos será em brita ou rachão, seguida de areia gross e de areia média, a fim de evitar que o dreno seja tapado pelo sólidos em suspensão presentes em grande quantidade de chorume. Outra opção, é implantar dentro do leito de brita um tubo perfurado de policloreto de vinilia (PVC) ou de polietileno de alta densidade (PEAD). A junção do tubo brita também deve ser coberto por bidim ou geotêxtil similar, evitando as perfurações feitas nos tubos sejam obstruídas.

A drenagem do chorume poderá ser constituída por meio de drenagem horizontal com a manta permeável e brita pulmão, canalizando-se os líquidos para os lagos de recebimento, de onde serão enviados ou transportados por caminhões a uma estação de tratamento. Os materiais utilizados não podem ser atacados pelo chorume. (D'ALMEIDA, 2000).

Figura 4 – Rede de Drenagem



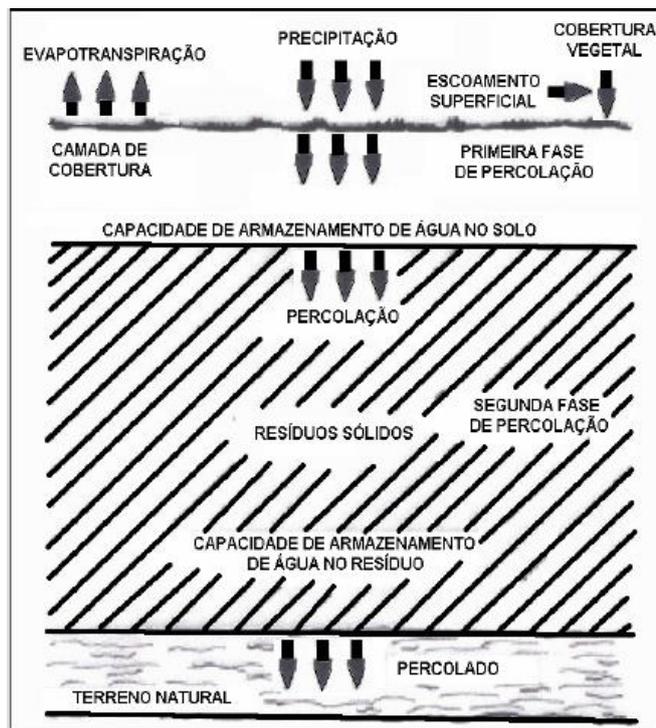
Fonte: Valdir Antunes – Secom (2015)

D'Almeida (2000) cita que outro motivo para se drenar o percolado é impedir que ele ataque as estruturas do aterro (camada de impermeabilização de base, por exemplo). A falta de drenagem de águas pluviais em aterro sanitário, afeta diretamente a estabilidade do maciço, como aumenta a geração de chorume.

Segundo ROCCA (1981), o volume do chorume é representado como os fenômenos físicos da percolação em um maciço homogêneo constituído por um material poroso. Da água que precipita sobre o aterro, parte é devolvida à atmosfera pela evapotranspiração, parte escoam superficialmente e o restante se infiltra, podendo ficar retirada na camada de cobertura ou produzir um fluxo de percolação quando for atingida a saturação desta camada.

A produção e fluxo de lixiviado no interior do aterro ainda não é totalmente equacionado. O dimensionado é feito por conceitos aceitos internacionalmente, baseando na lei de Darcy para escoamento em meio poroso aplicando a vazão máxima, que foi calculada a partir da precipitação máxima para um tempo de concentração de 15 minutos e um coeficiente de escoamento superficial de 10 %, aplicada no patamar de maior área superficial.

Figura 5 - Fluxo da água em um aterro sanitário



Fonte: ROCCA, 1981 apud OLIVEIRA & PASQUAL, 2000

Em aterros sanitários há pontos de fuga de chorume nos taludes que afloram sem uma explicação aceitável e lógica para este fenômeno. Os drenos existentes podem ocorrer colmatação, como também bolsões de gases entre os lixiviados, interrompendo o fluxo do líquido. Existe um grande acúmulo de biogás na parte inferior

do aterro, principalmente nas laterais dos taludes impermeabilizados com a manta de PEAD, devido à grande pressão tende a subir, sendo que a pressão do biogás seja superior ao peso próprio do lixiviado, fazendo com que este, aflore na superfície junto com o biogás ao invés de descer.

Figura 6 – Afloramento de Chorume

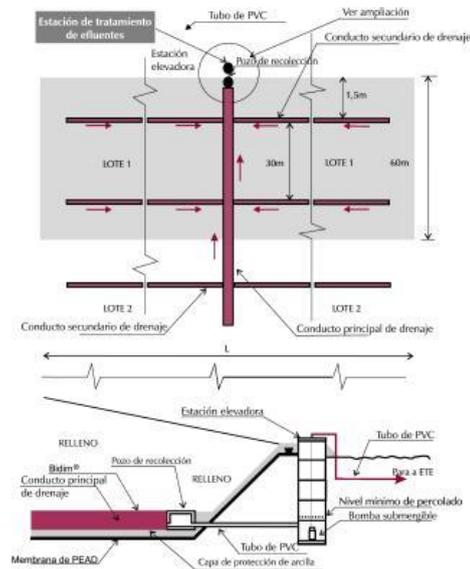


Fonte: Aterro Presidente Venceslau, 2004

Portanto, as redes de drenagens dos líquidos de chorume deverão ser construídas em todos os patamares da célula de RSU. D'Almeida, (2000), explica basicamente que, os drenos são constituídos por linhas de canaletas escavadas diretamente no solo, ou sobre a camada de aterro impermeabilizante, e preenchidas com material filtrante.

O lançamento de chorume ao recurso hídrico deve atender obrigatoriamente aos padrões do seu corpo receptor, bem como as legislações vigentes. De modo a garantir e fiscalizar a integridade do meio ambiente e da saúde humana, existem órgão fiscalizadores que cobram padrões limitantes de descarga de determinados compostos no corpo hídrico, onde os principais são a Resolução CONAMA 357/05 e a Resolução CONAMA 430/11, que estabelecem normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente (CONAMA 2005).

Figura 7 – Sistema de drenagem de chorume



Fonte: SEDU/IBAM (2001)

Desta forma, os processos construtivos dos sistemas de drenagem previstos para Aterro Sanitário, podem ser:

- Drenagem de base de chorume

A drenagem de base de chorume foi concebida para ser implantada sobre o sistema impermeabilizante, em contato direto com os resíduos, com espaçamento médio de 30 metros entre si, mantendo-se o declive da base de cada platô de escavação, permitindo o funcionamento adequado dos drenos dispostos em malha, direcionando-os para o reservatório de lixiviados existente.

Os drenos serão compostos por tubos de PEAD 250 mm, perfurado com furos de \varnothing 18 mm, envoltos por uma camada de transição de brita-pulmão-brita e geotêxtil não-tecido (300g/m^2). O geotêxtil utilizado tem a finalidade de proteção do dreno na fase de implantação, e deverá ser “aberto” na fase de operação, para evitar o sedimento dos lixiviados.

- Dreno de Camada de chorume

Os drenos de camada de chorume serão aqueles implantados sobre a camada operacional de resíduos, com espaçamentos médios de 30 m entre si, constituídos em trincheiras de 0,60 m x 0,60 m preenchidas por brita, dispostos em malha.

4. RELEVÂNCIA DA CAPTAÇÃO DO CHORUME

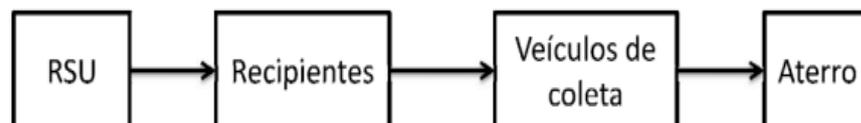
Uma das principais preocupações relacionada à produção de resíduos em todo o mundo está voltada para as causas do meio ambiente (solo, água e paisagens). Tanto em termos de composição como de volume, os resíduos variam em função do consumo e dos métodos de produção (SANTOS, 2011, p.1).

Tenório e Espinosa (2004) refere que, o homem seria o único agente gerador de resíduos causados pelos consumos da sociedade atual. E ainda reportam que, muitas vezes, fenômenos naturais, localizados são suficientes para desfazer a harmonia local, causando mudanças nos ciclos de elementos e nas cadeias alimentares. Portanto, o ser humano não é o único causador de desequilíbrio localizado.

Resíduos sólidos devem ser levados a locais adequados para que possam ser tratados, ou armazenados. Os tratamentos alteram o resíduo em matéria inerte ou de menor periculosidade. O armazenamento procura estocar o material de forma segura a evitar o seu contato com o meio ambiente e a sociedade.

O esquema da figura 8 representa o ciclo de vida de um manejo relativamente simples, com todos os resíduos sólidos sendo conduzidos para aterros sanitários.

FIGURA 8 – Sistema de manejo apenas de aterros



Fonte: Kay (2010)

Além dos componentes orgânicos e inorgânicos, o chorume também recebe outras substâncias tóxicas, provenientes da disposição inadequada de resíduos pela população e indústrias introduzidos de maneira invertida nos aterros. Todas essas substâncias perigosas que eventualmente existem causam danos ambientais que atingem o lençol freático ou as águas superficiais. Esses efeitos danosos podem se estender à comunidade animal e vegetal da redondeza e aos seres humanos que dela se utilizam (GOMES 2010).

O processo de tratamento do chorume é amplamente enquadrado na questão ambiental de sustentabilidade, onde fornece um melhor reaproveitamento de águas e o cuidado no descarte do resíduo ao meio ambiente. O conceito de desenvolvimento sustentável é a vida em equilíbrio dentro de uma concepção técnica como os estágios vivenciais harmônicos inseridos em contextos de desenvolvimento sustentável, solidariedade, democracia e justiça social (NAIME, 2014).

Naime (2014) descreve um conjunto de aproximação para definir desenvolvimento sustentável que patrocina a vida em equilíbrio, subdividindo nos seguintes pontos:

1. Para contribuir com nosso sustento, que junto com o restante da sociedade caracteriza a sustentabilidade, devemos participar e contribuindo com a construção de empreendimentos compatibilizados com os meios físico e biológico;
2. Agora não é mais boa prática recomendável, a análise do ciclo de vida do produto, a gestão compartilhada e a logística reversa implica em adotar conceitos de eco design sempre que forem aplicáveis;
3. Tem que haver necessariamente uso conservativo de recursos naturais, tanto matérias primas quanto recursos hídricos e energéticos;
4. Sempre que necessário executar rigoroso tratamento de efluentes líquidos de qualquer natureza, satisfatórias práticas de gestão de resíduos sólidos e adequados monitoramentos atmosféricos, todos estes procedimentos devem ser executados dentro dos melhores conceitos e padrões técnicos, atingindo elevados níveis de eficiência e eficácia;
5. Uma postura de gestão ambiental e práticas de sustentabilidade proativas exige ações de educação ambiental sistêmicas e projetos comunitários de finalidade ambiental relevantes;
6. Disposição e comprometimento social com a transparência, a solidariedade, a democracia e a justiça social.

Com isso tem-se que quando bem projetado e manejado, o aterro sanitário apresenta vantagens, como a destinação final sanitária adequada e completa; além de proteção ao meio ambiente e à saúde pública. Esse sistema é uma solução econômica com baixos investimentos iniciais e implantação rápida, possibilitando a recuperação de terrenos degradados e eliminando problemas sociais e estéticos. Pode também ser aproveitado o biogás. (ATERRO, 2001).

O local onde fica o aterro deve ser com acesso restrito, deve ter o controle da quantidade de lixo que entrada, assim como quem é responsável pelo local deve-se ter o conhecimento do tipo de resíduo depositado, e como são cobertos diariamente com a realização do controle de pragas. Os lixiviados são recolhidos e tratados de modo que não contaminem as águas superficiais ou os aquíferos. (ATERRO, 2001).

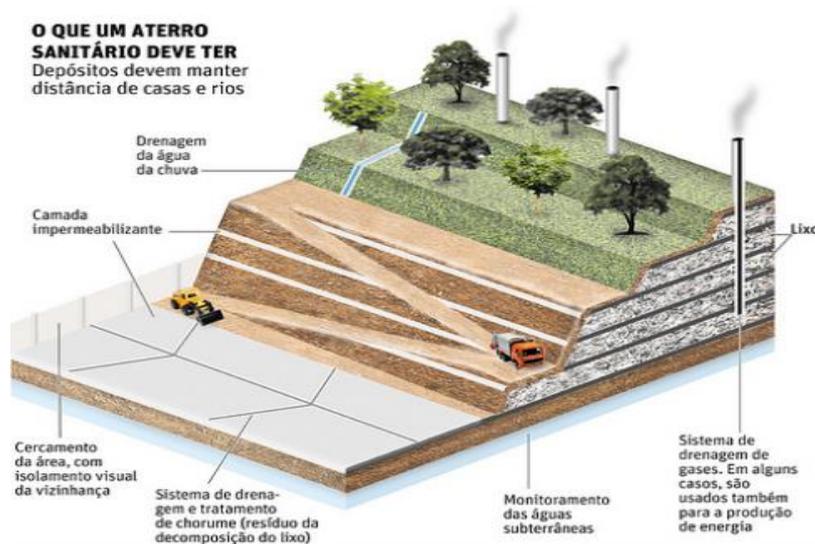
Além dos benefícios ecológicos um aterro sanitário oferece benefícios sociais uma vez que não comporta presença de catadores e de crianças que atualmente

sobrevivem dos lixões. O impacto mais grave ao meio ambiente que pode ocorrer nas áreas do aterro sanitário é a contaminação do lençol subterrâneo através da percolação do chorume e pela massa de solo. (ATERRO, 2001).

Segunda grande parte da doutrina o impacto mais grave ao meio ambiente que pode ocorrer nas áreas do aterro sanitário é a contaminação do lençol subterrâneo através da percolação do chorume e pela massa de solo.

Borges e Lima (2000), afirma que antes de ser lançado ao ambiente, o percolato deve ser coletado e tratado, mas também pode ser reenviado para o próprio aterro e interferir positivamente na decomposição dos resíduos e na produção de gás.

Figura 9 – Sistema Aterro Sanitário



Fonte: Pereira (2012)

Os Tratamentos físicos e químicos, como por exemplo, os processos oxidativos. Avançados são uma tecnologia limpa, com destruição de poluentes e muito eficiente no tratamento de substância recalcitrantes (MORAIS, 2005). Segundo Reisdorfer (2011), estes processos dispõem desvantagem ao seu alto custo. Rodrigues (2005) explica esta técnica como vantagem a possibilidade de ser aplicada em aterros antigos, onde os chorumes apresentam baixa biodegradabilidade e altas concentrações de compostos recalcitrantes.

Por conta do alto nível de toxicidade e compostos solúveis que o chorume contém, o mesmo precisa de tratamento, pela possibilidade de contaminação das águas do subsolo que se localizam nas proximidades do aterro. O chorume se torna

mais complexo do ponto de vista da composição química quanto maior o tempo que a matéria orgânica fica aterrada, e seu tratamento necessita de tecnologias mais avançadas para atender aos parâmetros necessários e assim, ser lançado nos corpos hídricos (PGIRS, 2013).

De modo geral, o lixiviado de aterros, quando submetidos aos sistemas convencionais de tratamentos de efluentes, como os citados anteriormente, ainda apresentam elevadas concentrações de poluentes, principalmente de carga orgânica, que representa riscos de impactos ambientais e á saúde pública (Ceconello, 2005)

Figura 10 - Aterro Sanitário finalizado



Fonte: Terra 2005

O chorume, por conter caráter altamente tóxico, deve ser submetido a tratamentos adequados antes de ser lançado ao ambiente ou a redes coletoras de esgoto (FIEIRA, 2014). Dentre os métodos mais utilizados destacam-se o tratamento biológico, a recirculação através do aterro sanitário e o tratamento físico-químico (NAKAMURA, 2012).

Não há tecnologia que, atuando isoladamente, consiga tratar um efluente tão complexos como o lixiviado (SERAFIM et al, 2003). Novas tecnologias, como os sistemas reatores biológicos rotatórios, devem ser estudadas e testadas visando a otimização e eficiência no processo de tratamento do chorume.

Para Serafim et al. (2003), o chorume é bem mais agressivo que o esgoto e precisa de um tratamento adequado. É evidente que devem ser feitos esforços para

minimizar a formação do chorume, controlar o seu percurso no meio ambiente, tratando-o antes do seu descarte, evitando assim, a contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas. O sistema de captação do chorume é uma medida de proteção ambiental, de manutenção da estabilidade do aterro e uma forma de garantir uma melhor qualidade de vida para a população local.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aterro sanitário é fruto de um processo dinâmico, na qual soluções ou alternativas devem acompanhar aos hábitos e comportamentos que estão em constantes mudanças, com a inserção de novos hábitos de consumo. É o sistema de tratamento e disposição dos RSUs que menos causa danos ao meio ambiente. Ele envolve técnicas de engenharia, sendo o sistema de drenagem o mais importante, pois esse mal executado, acarretará em vários problemas. O aterro poderá ser projetado em células ou trincheiras e após a disposição dos resíduos é feita uma cobertura final.

O presente trabalho apresentou as etapas de um sistema de drenagem, sendo apenas uma entre inúmeras obras de engenharia dentro de um aterro sanitário. A proposta foi identificar as possíveis falhas que ocorrem no sistema, e as causas, sendo elas, as fissuras nos taludes devidas ao acúmulo de gás no interior do maciço, afloramento de lixiviado na superfície e a ineficiência da drenagem de gás, pois devido ao grande acúmulo de gás no interior da célula, combinado com mau dimensionamento do projeto e má execução da drenagem, é que causaram as falhas encontradas, aliada com a falta de drenagem de águas pluviais.

Com um sistema falho, o aterro sanitário fica totalmente instável, gerando grande risco de explosão ou deslizamento. Para o dimensionamento do sistema de drenagem foi optado pela utilização do método racional de estimativa de geração de percolato e drenagem de água pluvial. O dimensionamento dos drenos de gás se deu forma empírica.

A drenagem de gás e chorume, devem ser interligados em todos os patamares, de modo que os drenos de chorume, encaminhe o lixiviado para os drenos de gás, pois os mesmos devem funcionar também como drenos de descidas de percolato para os drenos principais de fundo, como conduzir o gás até a superfície para a queima.

O sucesso da gestão de todo esse processo nos aterros sanitários apresentando em parte aqui, está diretamente ligado a interação do poder público, privado, sociedade e nos vários segmentos envolvidos, e com a tecnologia que vem avançando ao longo dos anos.

REFERÊNCIAS

- ATERRO, **Sanitário é a Melhor Forma de Destinação do Lixo Urbano**. Disponível em: <<http://www.cpt.com.br/noticias/943/aterro-sanitario-e-melhor-forma-de-destinacaodo-lixo-urbano>>.
- BERTAZZOLI, R.; PELEGRINI, R. Descoloração e degradação de poluentes orgânicos em soluções aquosas através do processo foto eletroquímico. **Química Nova**, v. 25, p. 470-476, 2002.
- BORGES, M. E.; LIMA, J. M. S. **Aterro Sanitário – Planejamento e Operação**. Viçosa, CPT, 2000.
- CASSINI, A. S.; ALVES, L. R.; TESSARO, I. C.; "**ESTUDO DO AUMENTO DA BIODEGRADABILIDADE DE CHORUME DE ATERRO SANITÁRIO**", p. 7394-7401. In: Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química - COBEQ 2014 [= Blucher Chemical Engineering Proceedings, v.1, n.2]. São Paulo: Blucher, 2015.
- CONAMA (**Conselho Nacional do Meio Ambiente**). Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes.
- CHERUBINI, R. **Avaliação ambiental do sistema de coleta e disposição final de resíduos sólidos urbanos do município de farroupilha – RS**. Caxias do Sul: [s.n], 2008.
- CECCONELLO, C.M. **Pós – tratamento de lixiviados de aterros de resíduos sólidos urbanos utilizando leitos cultivados**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Passo Fundo.MG. 2005.
- D'ALMEIDA, Maria Luiza Otero, VILHENA, André. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.
- FEAM, **Diagnostico da geração de resíduos no estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte,2009.
- FIEIRA, C. **Avaliação da eficiência das lagoas de tratamento do aterro municipal do Município de Francisco Beltrão**. 2004.
- GOMES, L.P.,2009. **Estudos de Caracterização e Tratabilidade de Lixiviados de Aterros Sanitários para as Condições Brasileiras**. PROSAB – Programa de Pesquisas em Saneamento Básico. Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro: ABES. 2009.
- HO, H. C.; CHOW, J. D., 2008 apud COSTA, W.; WIESINIESKI, J. A. **Características dos sedimentos das lagoas de estabilização do aterro controlado do Botuquara, Ponta Grossa –PR, que levam à retenção de metais**. Gaia Scientia, v. 7, n. 1, p. 01- 08, 2013.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. 2008, 2010. p. 60.

KAY, S. **Using Life Cycle Assessment as a Decision-Making Tool**, 2010.

LANZA, V. C. V. **Caderno Técnico de reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2009. 28 p.

LEITE, C.M.B.; BERNARDES, R.S.O.; SEBASTIÃO, A. Método Walkley-Black na determinação da matéria orgânica em solos contaminados por chorume. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, p. 111-115, 2004.

LIMA, J. S. **Avaliação da contaminação do lençol freático do lixão do Município de São Pedro da Aldeia – RJ**. 2003. 87p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

NAIME, R. **Sustentabilidade ambiental EcoDebate**, Disponível em <<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemistryproceedings/5erq4enq/am6.pdf>>.

NAKAMURA, C. Y. **Estudo de um sistema de lagoas de estabilização no tratamento do lixiviado e da água subterrânea no entorno de aterro sanitários em Minas Gerais**. 145 f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil) Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2012.

Natureza Mais Limpa. **Sobre Lixão, Churome E Vazadouro e Gráfico Da Coleta De Lixo**. 2012. Disponível em: <<http://naturezamaiislinpa.blogspot.com/2012/04/sobre-lixao-churome-e-vazadouro-e.html>>.

MORAIS, J.L. **Estudo da Potencialidade de processos oxidativos avançados, isolados e integrados com processos biológicos tradicionais, para tratamentos de lixiviado de Aterro Sanitário**. Tese de Doutorado em química, UFPR, Curitiba, 2005.

MONTEIRO, J. H. P. et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200p

PASCHOALATO, Cristina Filomena Pereira Rosa. **Caracterização dos líquidos percolados gerados por disposição de lixo urbano em diferentes sistemas de aterramento**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2000.

PEREIRA, Gustavo. **O que um aterro sanitário deve ter**. Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/gus_per/7161423524/>.

PGIRS (Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos). **Prefeitura Municipal de Ponta Grossa**. Secretaria Municipal de Agricultura, Abastecimento e Meio Ambiente. Ponta Grossa – PR, p. 26-32, 2013.

- OLIVEIRA, L. & PASQUAL. **Monitoramento de Lixiviados de Aterro Sanitário**. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27. Porto Alegre, 2000.
- REISDÖRFER, Gustavo. **Avaliação do processo de lodos ativados operando um reator sequencial em batelada para tratamento de chorume em escala piloto**. 2011.
- ROCCA, A. C. C. **Drenagem sub-superficial em aterros sanitários**. Revista de Limpeza Pública. São Paulo, v.8, n.19, p.16-27, 1981.
- ROMANI, Andrea. **Plano de resíduos sólidos**. Disponível em: <http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/publicacao_residuos_final.pdf>
- RODRIGUES, F.S.F. **Aplicação da Ozonização e do reativo de Fenton com pre tratamento de chorume com os objetivos de redução da toxicidade e do impacto no processo biológico**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2005.
- SANTOS, G.G. **Análise e perspectivas de alternativas de Destinação dos resíduos sólidos urbanos: Caso da incineração e da Disposição em aterros**. Dissertação Mestrado – UFRJ/COPPE/ Programa de Planejamento Energético. Rio de Janeiro, 2011.
- SERAFIM, Aline Camillo; et al. **Chorume, impactos ambientais e possibilidades de tratamentos**. Anais do III Fórum de Estudos Contábeis, 2003.
- TERRA, **Chorume em aterros sanitários**. Disponível em :< <https://www.ebah.com.br/content/ABAAAgwuEAL/guia-chorume-aterros-sanitarios>>
- TENÓRIO, J. A. S.; ESPINOSA, D. C. R. **Controle Ambiental de Resíduos**. Curso de Gestão Ambiental, Barueri, SP: Manole, 2004.
- WALLS, J. S. Protecting groundwater from landfill leachate. **Water Works**, Hamilton, v. 122, p. 68, 1975.

