



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

ALEXANDRE DA SILVA NUNES

CARACTERIZAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO DE ARIQUEMES-RO

**ARIQUEMES - RO
2020**

ALEXANDRE DA SILVA NUNES

CARACTERIZAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO DE ARIQUEMES-RO

Trabalho de Conclusão de Curso para a obtenção do Grau em Engenharia Civil apresentado á Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA.

Orientador: Prof. Dr. Driano Rezende

**ARIQUEMES - RO
2020**

FICHA CATALOGRÁFICA
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Júlio Bordignon - FAEMA

N972c	NUNES, Alexandre .
	Caracterização do aterro de Ariquemes - RO. / por Alexandre Nunes. Ariquemes: FAEMA, 2020.
	48 p.; il.
	TCC (Graduação) - Bacharelado em Engenharia Civil - Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA.
	Orientador (a): Prof. Dr. Driano Rezende.
	1. Aterro sanitário . 2. Funcionamento. 3. Resíduos sólidos urbano. 4. Consórcio . 5. Ariquemes RO. I Rezende, Driano. II. Título. III. FAEMA.
	CDD:620.1

Bibliotecária Responsável
Herta Maria de Açucena do N. Soeiro
CRB 1114/11

ALEXANDRE DA SILVA NUNES

CARACTERIZAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO DE ARIQUEMES-RO

Trabalho de Conclusão de Curso para a obtenção do Grau em Engenharia Civil apresentado á Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA.

Banca examinadora

Orientador: Prof. Dr. Driano Rezende
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

Prof^a. Ms. Liliane Coelho de Carvalho
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

Prof. Ms. Felipe Cordeiro de Lima
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

**ARIQUEMES - RO
2020**

Á Deus, a mim por não ter
desistido, aos meus pais, irmãos,
sobrinhos, família e amigos...

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, por ter me concedido saúde, força e disposição para fazer a faculdade. Sem ele, nada disso seria possível. Também sou grato ao senhor por ter dado saúde aos meus familiares e tranquilizado o meu espírito nos momentos mais difíceis da minha trajetória acadêmica até então.

Agradeço a Deus pela vida dos meus pais Aurelino Nunes e Celidalva Nunes por terem propiciado a minha existência.

Agradeço imensamente aos meus irmãos, Auricelio, Osvaldo, Jucélia e Adriana que nunca negaram um apoio durante minha trajetória acadêmica independente de sol ou chuva.

Ao meu irmão José Rogerio Silva Nunes (in memoriam), que em algum lugar deve estar vibrando com a minha vitória. Saudades eternas!

Agradeço à mana Jucelia Nunes que sempre foi minha fonte de inspiração e força. Sou grato aos meus cunhados, por acreditarem e apoiarem meu sonho. Aos meus sobrinhos, muito obrigado pelo carinho, sem vocês eu teria enlouquecido. Agradeço as cunhadas, por ser tão companheiras e ser minha Família a qual eu valorizo.

Não poderia deixar de agradecer a joia preciosa que recentemente fui presenteado Flavia a minha princesa! Obrigada Deus por ser Papai.

Agradeço a todos os professores, especialmente ao orientador Dr. Driano Rezende e a coordenadora Priscila Lemes. Obrigado, mestre, por exigir de mim muito mais do que eu imaginava ser capaz de fazer. Manifesto aqui minha gratidão eterna por compartilhar sua sabedoria, o seu tempo e sua experiência.

Agradeço à FAEMA, por me proporcionar um ambiente criativo e amigável para os estudos. Sou grato à cada membro do corpo docente, à direção e a administração e dessa instituição de ensino, a todos funcionários da biblioteca e do departamento de marketing.

RESUMO

A disposição final de resíduos sólidos urbanos (RSUs) passa a apresentar um papel fundamental, já que esta fase necessariamente deve assegurar o descarte correto dos resíduos que não foram reutilizados nas opções de tratamento disponível. No Brasil, a solução principal dos RSUs é o aterro sanitário, devido aos elevados custos de introdução e operação de outros métodos de tratamento e disposição final. O objetivo deste estudo foi caracterizar o funcionamento do aterro sanitário do município de Ariquemes, estado de Rondônia. Trata-se de um estudo de caso dos procedimentos utilizados na elaboração do projeto e funcionamento do aterro em estudo. Com os resultados obtidos observou-se que o aterro de Ariquemes possui uma estrutura completa, contendo todas as etapas necessárias de aterro, e devido a grande quantidade de RSU foi construída a segunda célula que continua atendendo os 15 municípios do Consórcio. Desse modo, apenas em Ariquemes são coletadas 709 toneladas de RSU e sete caminhões efetuam o trabalho de recolher na cidade. Portanto os resultados alcançados são de primordial importância ambiental, social e econômica, em que foi possível mostrar o projeto do aterro, destacando suas características principais, bem como descrever a atual situação do empreendimento.

Palavras-chave: Aterro Sanitário. Funcionamento. Resíduos Sólidos Urbanos.

ABSTRACT

The final disposal of solid urban waste (RSUs) now plays a fundamental role, since this phase must necessarily ensure the correct disposal of waste that has not been reused in the treatment options available. In Brazil, the main solution for RSUs is the landfill, due to the high costs of introducing and operating other methods of treatment and final disposal. The objective of this study was to characterize the operation of the landfill in the municipality of Ariquemes, state of Rondônia. This is a case study of the procedures used in the preparation of the project and operation of the landfill under study. With the results obtained, it was observed that the Ariquemes landfill has a complete structure, containing all the necessary landfill steps, and due to the large quantity of MSW, the second cell was built, which continues to serve the 15 municipalities of the Consortium. Thus, in Ariquemes alone 709 tons of MSW are collected and seven trucks carry out the work of collecting in the city. Therefore, the results achieved are of paramount environmental, social and economic importance, in which it was possible to show the landfill project, highlighting its main characteristics, as well as describing the current situation of the enterprise.

Keywords: Landfill. Operation. Urban Solid Waste.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Aterro Sanitário	15
Figura 2 - Locais presentes no aterro.....	16
Figura 3 - Nova Célula do Aterro Sanitário Municipal de Vitória da Conquista	17
Figura 4 - Fluxograma de Operação de Aterros	20
Figura 5 - Lagoa Anaeróbica do Aterro Paulo Afonso	22
Figura 6 - Esquema simplificado do funcionamento de uma lagoa facultativa	23
Figura 7 - Esquema simplificado do funcionamento de uma lagoa aerada seguida por uma lagoa de decantação	24
Figura 8 - Esquema simplificado do funcionamento de uma lagoa de maturação pós lagoa facultativa	25
Figura 9 - Modelo de drenos de gás usados em aterros sanitários.....	26
Figura 10 - Exemplo de construção de dreno de gases para a 5 ^o célula do Aterro Sanitário de Palmas (TO).....	26
Figura 11 - Croqui de localização do empreendimento em relação aos limites rural e urbanos de Ariquemes – RO.....	30
Figura 12 - Localização e acesso do CTDR.....	31
Figura 13 - Aterro Sanitário	33
Figura 14 - Vista do depósito de resíduos sólidos domiciliares na célula de recepção e compactação	34
Figura 15 - Galpão de triagem.....	34
Figura 16 - Visão geral do sistema de tratamento de lixiviados	36
Figura 17 - Vista das lagoas Facultativa e de Maturação.....	36
Figura 18 - Nova Célula do Aterro Sanitário.....	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Projeto de um Aterro Sanitário.....	18
Quadro 2 – Volume e vida útil das células.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C	Capacidade Disponível
Capdia	Capacidade diária do aterro
CISAM	Consórcio Intermunicipal de Saneamento da Região Central de Rondônia
Densidade	Densidade do RSU Compactado em Aterro
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
km	Quilômetro
km ²	Quilômetro Quadrado
m	Metro
m ³	Metro Cúbico
MW	Megawatt
NBR	Norma Técnica
Nm ³	Normal Metro Cúbico
PIB	Produto Interno Bruto
RSUs	Resíduos Sólidos Urbanos
SEDAM	Secretaria de Estado de Desenvolvimento Ambiental
VU	Vida Útil Estimada do Aterro em Anos
t/m ³	Tonelada por Metro Cúbico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO PRIMÁRIO	13
2.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS	13
3 REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS.....	14
3.2 ATERRO SANITÁRIO	15
3.3 PROJETO E IMPLANTAÇÃO	18
3.4 OPERAÇÃO	19
3.5 TRATAMENTO DO CHORUME	21
3.6 SISTEMAS DE DRENAGEM E TRATAMENTO DE GASES	25
3.7 TOPOGRAFIA.....	28
4 METODOLOGIA	30
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ARIQUEMES-RO	30
4.2 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	31
4.3 LEVANTAMENTO DE DADOS	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1 ATERRO SANITÁRIO DE ARIQUEMES.....	33
CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

As tarefas humanas coletivas ou individuais resultam, invariavelmente, no desenvolvimento de resíduos, frequentemente tratados como lixo, que, por sua vez, devem possuir destinação final nos termos exatos da legislação aplicável e vigente. Entretanto, não é justamente isso o que de fato acontece em diversos municípios do País (LIMA et al., 2017).

Nesta situação, a disposição final de resíduos sólidos urbanos passa a apresentar um papel fundamental, já que esta fase necessariamente deverá ter para assegurar o descarte correto dos resíduos que não foram reutilizados nas opções de tratamento disponível. No Brasil, o descarte adequado dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSUs) é o aterro sanitário, devido aos elevados custos de introdução e operação de outros métodos de tratamento e disposição final (RIBEIRO, 2016).

Desse modo, com a introdução de um aterro sanitário os impactos ocasionados na disposição dos resíduos podem ser diminuídos e gerenciados, considerando os métodos para a acomodação dessas substâncias, assim como o local adequado para se implantar um empreendimento desse tamanho (CARRILHO; CANDIDO; SOUZA, 2014).

Os aterros sanitários são considerados o destino final dos RSUs de uma comunidade altamente consumista e estimulada, na maioria das vezes, pela mídia, a respeito da aquisição de produtos industrializados e bens diversos. A produção desses resíduos provoca elevados prejuízos ao meio ambiente se não forem alojados de modo técnico e ambientalmente correto (PORTELLA; RIBEIRO, 2014).

Para assegurar que os aterros sanitários se caracterizem como projetos apropriados, capazes de evitar os efeitos negativos acarretados a saúde e ao meio ambiente, é preciso a adoção de procedimentos operacionais e critérios estruturais para o monitoramento e acompanhamento compatíveis, com as normas técnicas previstas e com as tecnologias existentes (RIBEIRO, 2016).

Diante do exposto, possui alta produção de resíduos, e a solução principal para os RSUs é o aterro sanitário, devido aos elevados gastos de implantação e operação de outros procedimentos de tratamento e disposição final. Portanto, pretende-se esclarecer o funcionamento adequado do aterro sanitário dentro das normas e legislação.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO PRIMÁRIO

Descrever o funcionamento do aterro sanitário do município de Ariquemes, estado de Rondônia.

2.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

- Levantar dados a campo relacionado com a estrutura do empreendimento em estudo;
- Relatar informações do número de caminhões usados, volume destinado mensalmente de resíduos;
- Descrever os principais dados de projeto utilizados e a atual situação do Aterro sanitário em estudo.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

Para melhor compreensão do tema, é necessário, primeiramente, realizar-se a definição de resíduos sólidos (PORTELLA; RIBEIRO, 2014):

Resíduos sólidos são considerados todos aqueles resíduos nos estados semissólido e sólido que resultam da tarefa da comunidade, de origem: doméstica, industrial, de serviços de saúde, comercial, agrícola, de serviços de varrição e poda, resíduos produzidos em instalações e equipamentos de controle de poluição e líquidos que não possam ser jogado na rede de esgoto devido as suas especificidades (BONNECARRERE, 2017).

Conforme a NBR 10004/04 os resíduos são classificados em:

- Classe I – Perigosos: são os resíduos que em razão de suas propriedades de corrosividade, inflamabilidade, toxicidade, reatividade e patogenicidade, podem possuir riscos à saúde pública, acarretando ou colaborando para a elevação de mortalidade ou incidência de patologias e/ou apresentar eventos adversos ao meio ambiente quando dispostos ou manuseados de maneira incorreta. Enquadram-se nesta fase os resíduos sólidos de serviços de saúde e industriais (SILVA et al., 2013).

- Classe II – Não perigosos, que estão separados em:

- Classe II A – Não inertes: são os resíduos sólidos que não abrangem a Classe I (perigosos) ou a Classe II B (inertes). Estes resíduos podem apresentar características tais como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. Fazem parte desta classe os resíduos sólidos domiciliares (CRUZ, 2014).

- Classe II B – Inertes: Quaisquer resíduos que quando revelados de maneira representativa (Norma Técnica - NBR 10007) e sujeitados a um contato dinâmico ou estático com água deionizada ou destilada, à temperatura ambiente, de acordo com a técnica de solubilização (NBR 10006), não possuem nenhum de seus componentes solubilizados a concentrações maiores aos padrões de potabilidade de água, com exceção os padrões de aspecto, turbidez, cor e sabor. Nesta etapa enquadram-se especialmente os resíduos de demolição e construção (CRUZ, 2014; MÉLO; DIEGO, 2019).

No Brasil, 50,8% dos RSUs gerados são destinados de forma incorreta aos denominados lixões (vazadouros a céu aberto), 22,0% dos resíduos são remetidos a aterros controlados e apenas 27,2% são designados a aterros sanitários. Dessa maneira, com a disposição dos resíduos nos aterros e lixões, começa-se o processo de biodegradação e, em consequência, a geração de gases, especialmente o gás dióxido de carbono e o metano, os quais são considerados gases provocadores do efeito estufa (MENDONÇA; ZANG; ZANG, 2017).

A disposição final de RSUs em regiões de lixão ocasiona graves impactos negativos, sendo uma maneira inapropriada de disposição final de RSUs, sem critério técnico nenhum, caracterizado pela descarga do lixo de modo direto sobre o solo, sem tratamento prévio qualquer, colocando em risco a saúde pública e o meio ambiente (MENDONÇA; ZANG; ZANG, 2017).

3.2 ATERRO SANITÁRIO

Aterro sanitário é um local destinado a disposição final dos RSUs sem acarretar sérios impactos a saúde pública e ao meio ambiente, e fundamenta-se em normas operacionais e critérios de engenharia, sendo caracterizado por esses critérios como uma maneira segura de disposição final dos resíduos (Figura 1) (CONDE; STACHIW; FERREIRA, 2014).

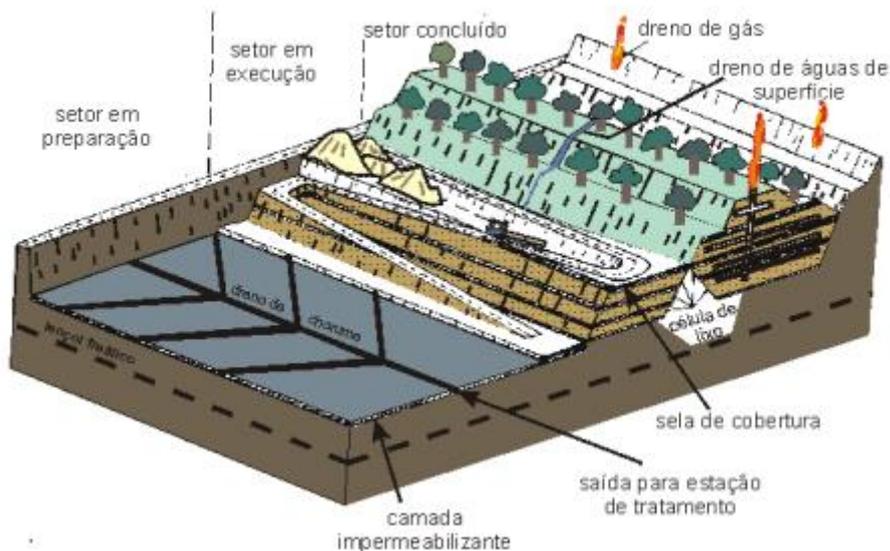
Figura 1 - Aterro Sanitário



Fonte: Carmo Júnior (2012).

Atualmente o aterro sanitário é considerado uma forma econômica de destinação final para os resíduos sólidos, desde que seja implantado e continuado dentro das legislações, normas, determinado para sua operacionalização, que procura, através da cobertura do aterro, evitar patologias provocadas justamente pela exposição do resíduo sólido a céu aberto, prevenir a propagação de odores e o aparecimento de animais atraídos pelo resíduo sólido. Realiza o tratamento do chorume, a coleta do biogás e, dependendo da infraestrutura do aterro e da cidade, a utilização do biogás em energia elétrica. Na Figura 2 está descrito o esquema desses locais (GOES, 2016):

Figura 2 – Locais presentes no aterro



Fonte: Conde; Stachiw; Ferreira (2014).

Em relação às dimensões das células, baseiam-se na quantidade de resíduo aterrado. Geralmente, são criadas células de altura diversificando entre 2 e 6 metros, entretanto, não existe uma medida padrão (CARMO JÚNIOR, 2012).

Um exemplo de Aterro Sanitário é o de Vitória da Conquista, sendo uma das células mais modernas no país (Figura 3). A nova célula possui todos os requisitos que a legislação exige. O equipamento fornecerá melhorias, e uma delas vai acontecer através da parceria entre a Empresa Baiana de Águas e Saneamento e a Administração Municipal. A Prefeitura vai disponibilizar à empresa o chorume gerado no aterro sanitário para tratamento, e a Embasa concede ao aterro o lodo

proveniente do tratamento sanitário. Esse lodo é utilizado para produzir gramado e estudado com a finalidade de reutilizá-lo na agricultura local, porque é uma fonte bastante rica de nutrientes (GUSMÃO, 2019).

Figura 3 - Nova Célula do Aterro Sanitário Municipal de Vitória da Conquista



Fonte: Gusmão (2019).

As vantagens do aterro são: custo de investimento bem menor se comparado aos outros métodos de tratamento de resíduos; método completo, porque não possui refugos ou rejeitos a serem tratados em outras instalações; simplicidade operacional e flexibilidade operacional. As desvantagens são: não trata os resíduos, constituindo-se numa forma de acondicionamento no solo; necessita de locais cada vez maiores; a operação sofre efeito das condições climáticas e possui risco de contaminação da água subterrânea e do solo, quando não for construído e operado corretamente (PICANÇO, 2013).

Um aterro sanitário deve apresentar: drenagem de efluentes líquidos percolados (chorume), drenagem de águas pluviais, drenagem de gases que proporcione a coleta do biogás, monitoramento ambiental, controle de entrada de resíduos, de operação e de fechamento do aterro (PRADO FILHO, 2019).

O custo de realização de aterro sanitário pode ser absorvido por meio de recursos do poder público municipal ou, em algumas situações, através de recursos

estaduais ou federais. Contudo, o seu gerenciamento possui um alto custo que pode ocasionar a inviabilidade do projeto (PRADO FILHO, 2019).

3.3 PROJETO E IMPLANTAÇÃO

Para a apresentação dos projetos, propõe-se que sejam utilizadas as normas brasileiras NBR 13896 (ABNT, 1997), que determina os critérios de projeto de aterros de resíduos não perigosos, e a NBR 8419 (ABNT, 1992), que estabelece as condições mínimas necessárias para a execução de projetos de aterros sanitários de RSUs (DORÉ *et al.*, 2010).

Segundo Lange *et al.* (2008), um projeto deve diminuir os riscos ao meio ambiente, à saúde pública, e à sociedade, em situações de erros na construção ou operação, garantindo o atendimento aos padrões de projeto. Normalmente, isso implica assumir graus de segurança mínima para:

- Continuidade de fornecimento de combustíveis e energia na área;
- Operação e manutenção de equipamentos caros ou sofisticados;
- Operação e manutenção de misturadores, bombas e outros equipamentos mecânicos ou elétricos relacionados com controle de biogás e lixiviados;
- Integridade de duradouro prazo dos sistemas artificiais de impermeabilização da base.

Desse modo, um aterro sanitário deve possuir um projeto executivo que obrigatoriamente deverá ser composto das seguintes partes (Quadro 1) (SOARES; AZEVEDO, 2018).

Quadro 1 – Projeto de um Aterro Sanitário

Constituintes	Descrição	Conteúdo
Memorial Descritivo	Dados gerais sobre os resíduos e em relação ao projeto do aterro sanitário.	Dados cadastrais; Informações sobre os resíduos a serem designados no aterro sanitário; Caracterização do local determinado ao aterro; Concepção e justificativa do projeto; Descrição e especificações dos fatores do projeto; Operação do aterro sanitário; Uso futuro do local do aterro sanitário.
Memorial Técnico	Podemos designar memorial técnico ao conjunto de planos e	Cálculo dos elementos de projeto (relatando parâmetros e dados de projeto usados, critérios, fórmulas e hipóteses de cálculo,

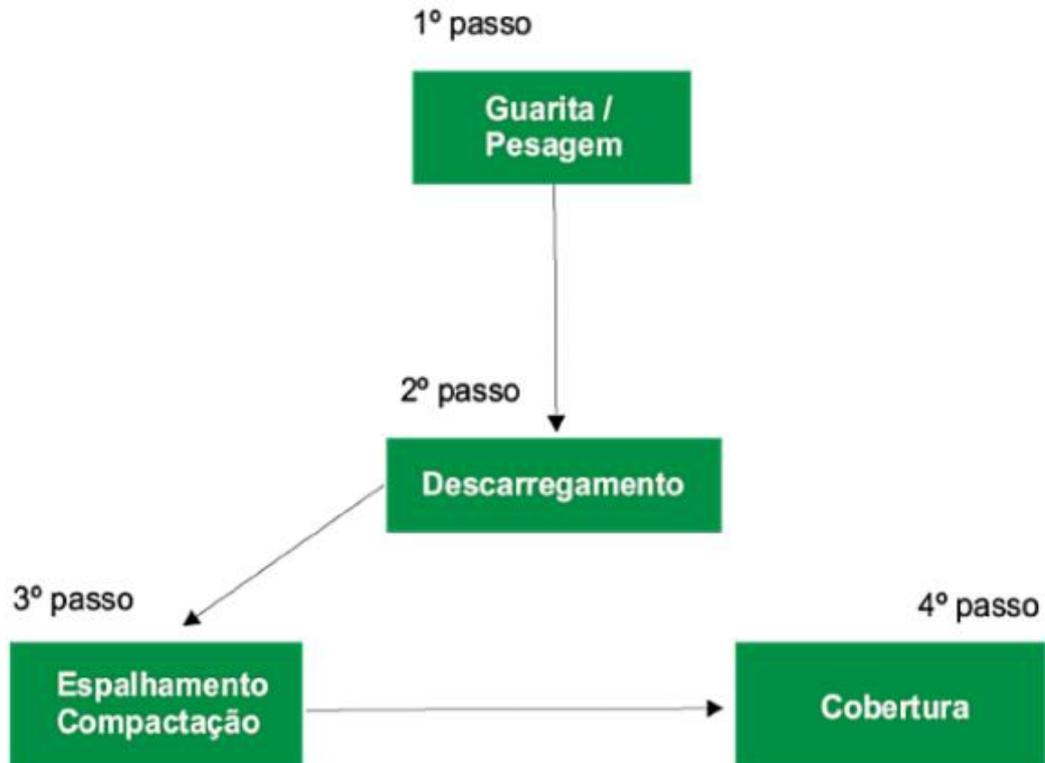
	cálculos dos elementos que fazem parte do projeto.	justificativas e resultados); Vida útil do aterro (prazo de utilização); Sistema de drenagem superficial; Sistema de drenagem e remoção de lixiviados; Sistema de drenagem de biogás; Sistema de tratamento de lixiviados; Cálculo de estabilidade dos taludes de terra e do maciço do aterro (resíduos).
Cronograma de execução e estimativa de custos	Cronograma físico-financeiro para a introdução e operação do aterro sanitário.	Equipamentos e materiais usados; Mão-de-obra utilizada; Serviços empregados; Instalações e serviços de apoio.
Desenhos ou plantas	Documento que pode encontrar todas as plantas que devem estar existentes em um projeto de aterro sanitário.	Planta de localização e situação (escala entre 1:1000 e 1:2000); Planta de produção do aterro (1:1000 e 1:5000); Planta baixa do aterro, ou vista superior com determinação das áreas de deposição dos resíduos sólidos (não inferior a 1:1000), entre outras
Anexos ao projeto executivo	Nos anexos ao projeto do aterro podem ser averiguados documentos e laudos que o projetista julgar precisos ou importantes.	Licenças ambientais ou outras licenças (por exemplo, a Licença Prévia do aterro); Certificado de propriedade ou titularidade da área; Cópia da publicação da Licença Prévia em jornal, entre outros anexos.

Fonte: Soares; Azevedo (2018)

3.4 OPERAÇÃO

A etapa de operação envolve a construção direta do aterro sanitário, englobando o controle e a pesagem dos resíduos, a execução dos sistemas de drenagem de águas pluviais, lixiviados e gases e a compactação dos mesmos, (Figura 4) (SOARES; AZEVEDO, 2018).

Figura 4 – Fluxograma de Operação de Aterros



Fonte: Lange et al., (2008)

A operação do aterro é uma fase essencial, isto é, para que a disposição dos resíduos seja realizada com a redução dos impactos sanitários e ambientais. A disposição bem organizada e segura dos resíduos diferencia um aterro sanitário de um lixão. Mesmo um aterro que tenha sido projetado e implantado corretamente terá graves problemas se for mal operado como: uso ineficiente da área, maior potencial de acidentes, aumento irregular da quantidade de lixiviado e dos impactos ambientais negativos. Em contrapartida, técnicas de operação adequada do aterro podem vir a compensar debilidades de locação do projeto (LANGE *et al.*, 2008).

O planejamento adequado do aterro é a execução de um conjunto de planos otimizado. Este é um processo interativo que deve levar em consideração, no mínimo:

- A vida útil do aterro sanitário;
- A dinâmica econômica do aterro;
- O plano de construção, operação e utilização de materiais;
- A atividade ambiental do aterro, particularmente, a produção e drenagem de biogás, lixiviado e gestão de águas superficiais;

- A gestão do tráfego de equipamentos e veículos no aterro;
- O procedimento eficiente no recebimento, compactação e designação de resíduos;
- A localização de outras operações do aterro;
- O monitoramento adequado e regular;
- As tarefas de encerramento e pós-encerramento (RIBEIRO, 2016).

3.5 TRATAMENTO DO CHORUME

O chorume é um líquido escuro e de composição diversa, pode ter elevadas concentrações de metais pesados, sólidos suspensos, compostos orgânicos oriundos da degradação de matéria que facilmente são metabolizadas como gorduras, carboidratos e proteínas. Por possuir substâncias altamente solúveis, pode infectar as águas do subsolo perto do aterro. A existência do chorume em águas subterrâneas pode apresentar consequências extremamente graves para a saúde pública e para o meio ambiente por ter componentes altamente tóxicos (BORGES; VIMIEIRO; CATAPRETA, 2016; SILVA; CHAVES; TRINDADE JÚNIOR, 2016).

Dessa forma o chorume coletado no aterro deve ser tratado. Para tanto, necessita ser inicialmente caracterizado. O chorume é constituído pela degradação de matéria inorgânica e orgânica, por ação de fatores físico-químicos ambientais e microrganismos. As quantidades, os tipos e as taxas de produção de contaminantes no chorume originado por um aterro sanitário são interferidos por inúmeros fatores, densidade, composição do lixo, sequência de disposição, pré-tratamento (reciclagem), profundidade, temperatura, umidade e tempo (TAVARES, 2011; ALMEIDA; ANGELIS; 2016).

O método de tratamento do chorume mais usado no Brasil é através de Lagoas de Estabilização, especialmente devido a disponibilidade de área territorial e às condições climáticas favoráveis. Múltiplos elementos colaboram para tornar o tratamento em lagoas uma interessante opção para esse tipo de efluente, como: possuem baixo custo de introdução e manutenção; podem operar em situações de flutuações das cargas utilizadas; conseguem remover componentes orgânicos,

fósforo, nitrogênio e micro-organismos patogênicos (MARTINS; CASTILHOS JÚNIOR; COSTA, 2010).

O tratamento por lagoas é um processo anaeróbio e aeróbio, permite a oxidação da matéria orgânica através do oxigênio formado pelas algas no processo de fotossíntese, além de outras técnicas que interveem na degradação, como a estabilização por digestão (CONDE; STACHIW; FERREIRA, 2014).

As lagoas de estabilização são divididas conforme a atividade metabólica prevalente na degradação da substância orgânica, como: anaeróbias, aeróbias facultativas e de maturação. Assim sendo, a profundidade estabelece a fração da massa líquida com penetração maior de luz e em consequência, taxa maior fotossintética (SILVA *et al.*, 2015; IERVOLINO, 2019).

A lagoa anaeróbia é encarregada pelo tratamento primário do chorume e é dimensionada para obter cargas orgânicas elevadas, que impossibilitam a presença de oxigênio dissolvido no meio líquido. Sua profundidade frequentemente muda de 3,0 m a 4,5 m e o período de detenção hidráulico jamais é inferior a 3 dias. Desse modo, por não possuir oxigênio dissolvido em seu estado líquido a substância orgânica existente é digerida anaerobicamente (SILVA *et al.*, 2015).

Um exemplo de tratamento do chorume com o sistema de lagoa é o aterro Paulo Afonso (Figura 5), o efluente recebe o tratamento biológico anaeróbico, que de forma resumida significa afirmar que o chorume obtém um tratamento de decomposição natural (biológico) em que se decompõe/evapora sem a existência de oxigênio (anaeróbico). Esse é um tratamento *in loco* por ocorrer dentro do próprio aterro, o que é muito frequente na maior parte dos aterros brasileiros (GOES, 2016).

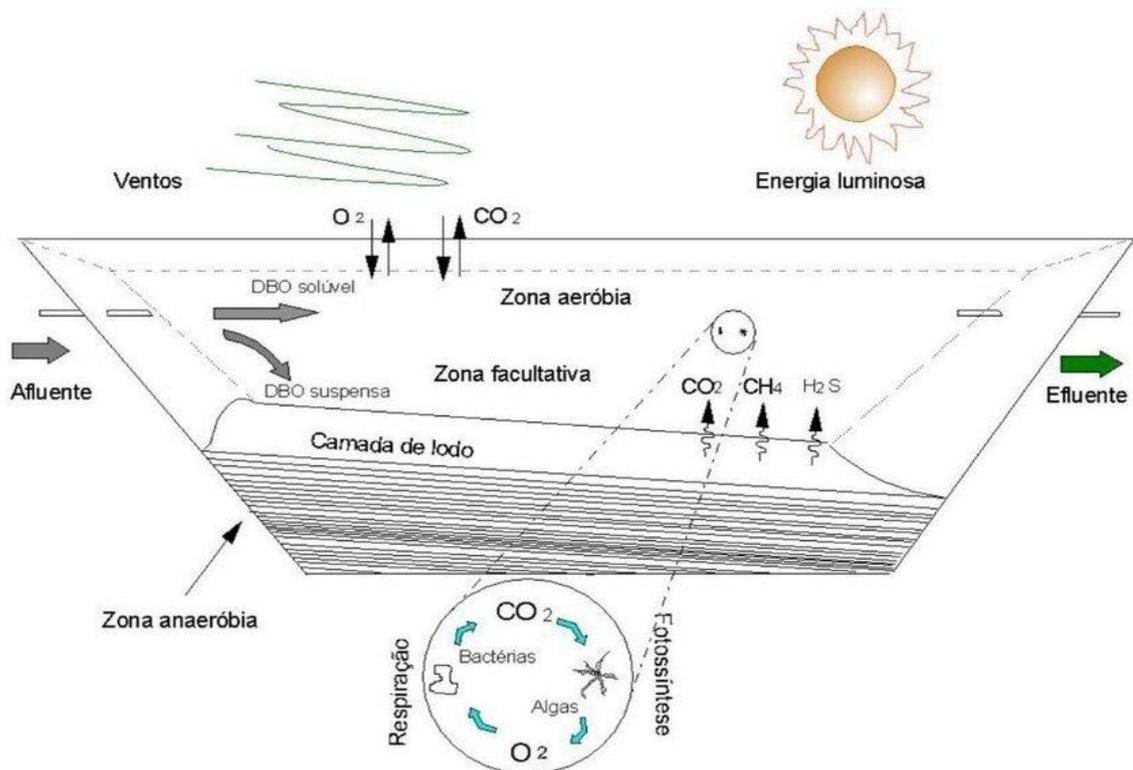
Figura 5 - Lagoa Anaeróbica do Aterro Paulo Afonso



Fonte: Goes (2016).

Na sequência da lagoa anaeróbica utiliza-se lagoa facultativa, a lagoa facultativa é responsável pelo tratamento secundário do chorume, normalmente possui profundidades que diversificam de 1,00 a 1,50 m e apresentam tempos de detenção hidráulicos próximos a 20 dias. Neste tipo de lagoa acontecem 2 processos diferentes: aeróbios e anaeróbios. No decorrer da maior parte do dia, predomina as condições aeróbias na maioria da coluna líquida, em razão particularmente da reaeração superficial e da produção de oxigênio fotossintético. Ao anoitecer, não tendo a incidência da luz solar sobre a lagoa, a fabricação de oxigênio, a partir da fotossíntese, é cessado. Dessa forma, passa a prevalecer a situação anaeróbia na maior parte da coluna líquida (Figura 6) (MELO; LINDNER, 2013; SILVA *et al.*, 2015).

Figura 6 - Esquema simplificado do funcionamento de uma lagoa facultativa

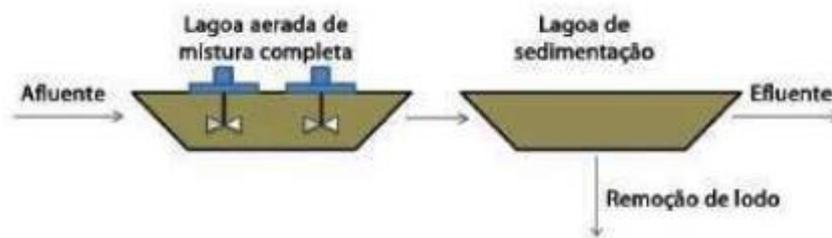


Fonte: Iervolino (2019).

A lagoa aeróbia emprega equipamentos de aeração, geralmente, aeradores superficiais, para proporcionar oxigênio para o estado líquido. Esses equipamentos formam turbulências precisas para o oxigênio incluído na atmosfera adentre ao líquido, assegurando, dessa maneira, oxigenação para os microrganismos que estão

presentes na lagoa. Também são encarregados pela mistura entre os microrganismos de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e os sólidos em suspensão (biomassa), acontece em decorrências, uma concentração maior de bactérias no meio líquido. Portanto, a eficácia da lagoa aeróbia eleva, possibilitando uma diminuição em seu volume (Figura 7) (IERVOLINO, 2019).

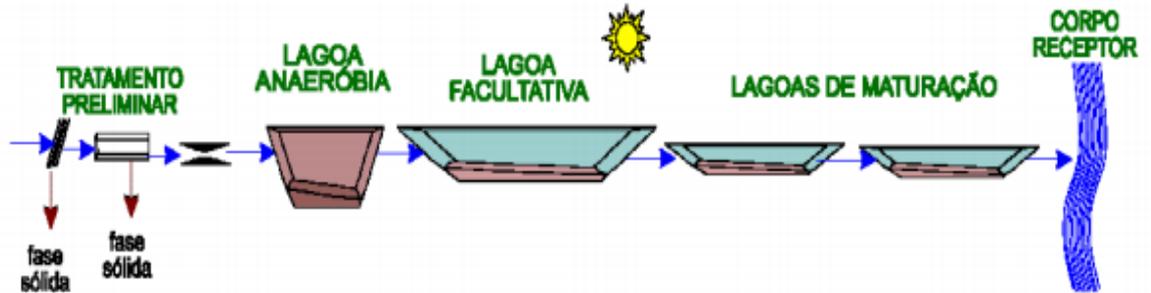
Figura 7 - Esquema simplificado do funcionamento de uma lagoa aerada seguida por uma lagoa de decantação



Fonte: Iervolino (2019).

A lagoa de maturação (Figura 8) possui como propósito a remoção de nutrientes e organismos patogênicos. A atividade prevalente é aeróbia, devido a maioria da carga orgânica já ter sido eliminada nos procedimentos preliminares. A longa exposição à radiação solar também é empregada para extinguir a atividade bacteriana, determinando a importância de pesquisas da disponibilidade de fatores como: radiação solar, temperatura, oxigênio, pH, entre outros. Podendo alcançar elevada eficiência nos tratamentos, adequando-se a legislação e eliminando principalmente os coliformes (MELO; LINDNER, 2013; CONDE; STACHIW; FERREIRA, 2014).

Figura 8- Esquema simplificado do funcionamento de um sistema completo com lagoas de maturação pós lagoa facultativa



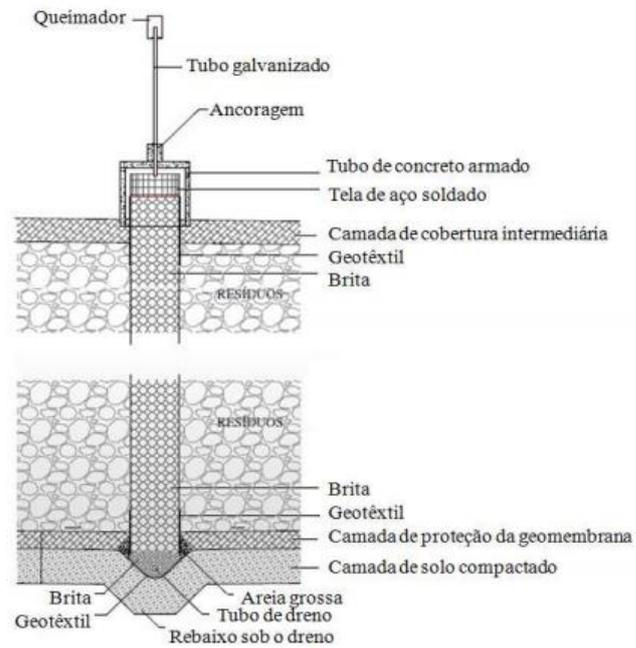
Fonte: Melo; Lindner (2013).

3.6 SISTEMAS DE DRENAGEM E TRATAMENTO DE GASES

Um outro subproduto produzido da decomposição dos resíduos sólidos são os gases. Esses gases são o dióxido de carbono e o metano. Como os dois colaboram para o agravo do efeito estufa, eles necessitam ser drenados e tratados apropriadamente. Estima-se uma produção de 370 a 400 Nm³ de biogás, por tonelada de substância seca digerida dos resíduos sólidos. Essas quantidades têm sido comumente usadas em projetos de aterros brasileiros (LANGE *et al.*, 2008).

No entanto, para o sistema de drenagem, são empregados drenos horizontais e verticais para a retirada do gás. Os drenos verticais são os mais usados, sendo que, sempre são ligados com os drenos horizontais de chorume. Geralmente, executa-se um dimensionamento empírico do processo vertical de drenos. Desse modo, os drenos verticais apresentam diâmetros que diversificam de 50 cm a 100 cm, sendo completados com rocha brita 3, 4 ou 5. Em aterros de elevada altura e maiores podem apresentar drenos verticais de até 150 cm de diâmetro (Figura 9,10) (DEMARCO *et al.*,2019).

Figura 9 - Modelo de drenos de gás usados em aterros sanitários



Fonte: Ribeiro (2016).

Figura 10 - Exemplo de construção de dreno de gases para a 5ª célula do Aterro Sanitário de Palmas (TO)



Fonte: Soares; Azevedo (2018)

Depois de drenado, o biogás é conduzido para o tratamento. A maneira mais barata e usual de se tratar o biogás é queimá-lo, porque dessa maneira reduz-se o efeito poluidor ocasionado pelo biogás na atmosfera (o metano é em torno de 21 vezes mais prejudicial para o efeito estufa em comparação com o dióxido de carbono) (LANGE *et al.*, 2008).

Recentemente, devido o seu potencial energético, outro caminho vem sendo dado ao biogás. O aproveitamento energético com base nos RSUs é uma alternativa propícia para a produção e conservação da energia elétrica, para a diminuição do local necessário à deposição dos resíduos e como diminuidor de emissões de gases de efeito estufa. O gás originado pela decomposição da substância orgânica existente nos RSUs é uma forma de energia renovável e, por conseguinte, sua recuperação e sua utilização energética possuem vantagens sociais, ambientais, tecnológicas e estratégicas significativas (PEDOTT; AGUIAR, 2014).

No Brasil, foram relatados 30 projetos até 2016, com potencial de produzir juntos 286,04 MW de energia elétrica, e estão situados especialmente na região sudeste (20 projetos) e são encarregados por 72% do total do potencial estimado (206,2 MW). Porém apenas algumas foram introduzidas, os quais juntos geram 56,1 MW, entre elas são: Centrais de Tratamento de Resíduos Sólidos BR-040 e Uberlândia I/II, em Minas Gerais; Canhanduba, em Santa Catarina; Guatapar, Bandeirantes e Sítio São João, em São Paulo. (Entretanto, apenas três conseguiram o CER: CTRS BR-040, Bandeirantes e Sítio São João) (NASCIMENTO *et al.*, 2019).

Para a gerao de energia decorrente do biogás são empregados dispositivos que em uma primeira fase transformam a energia química existente no metano, em energia cinética de rotao, por meio dos motores. O motor se interliga a um gerador, que modifica esta energia cinética de rotao em energia elétrica. A seguir serão demonstrados alguns destes dispositivos de conversão (SANTOS, 2011):

Motores Ciclo Otto - este equipamento  o mais empregado para queima do biogás, em razão do seu menor custo e maior rendimento elétrico quando equiparado às outras tecnologias. Para possibilitar a queima de biogás nestes motores são feitas pequenas mudanças nos sistemas de ignio, alimentao e taxa de compressão, assim sendo aspiram a mistura ar-combustível antes de ser comprimida no interno dos cilindros e, além disso, a combustão da mistura  ofertada por centelha originada na vela de ignio (MACEDO *et al.*, 2009).

Microturbina a gás: as microturbinas evoluíram das turbinas utilizadas na indústria aeroespacial e automotiva para serem utilizadas em sistemas elétricos de potência, apresentando diversas inovações tecnológicas, como o uso de mancais a ar, de ligas metálicas e cerâmicas resistentes a altas temperaturas e de componentes eletrônicos de alta potência. Nas microturbinas o ar é aspirado e forçado para seu interior à alta velocidade e pressão, misturado ao combustível para, então, ser queimado na câmara de combustão. Os gases quentes resultantes da combustão são expandidos na turbina e o calor remanescente dos gases de exaustão pode ser aproveitado para aquecimento do ar de combustão (MACEDO et al.,2009; SANTOS, 2011).

3.7 TOPOGRAFIA

A topografia é conceituada como a ciência que analisa a representação e a descrição das alterações da superfície física da Terra através de métodos e técnicas topográficos empregando para isso equipamentos eletro-ópticos ou óticos para medir distâncias entre pontos, ângulos entre direções e localizar pontos através de ângulos, coordenadas ou distâncias, o resultado destas operações é designado de levantamento topográfico. As informações alcançadas com a topografia possibilitam a determinação, avaliação e representação de todo o relevo e das feições que contém na superfície terrestre (SEGANTINE; SILVA, 2015; RODRIGUES; GALLARDO,2018).

Em projetos de concepção e estabelecimentos de locais de aterros sanitários, a Topografia é um dos estudos imprescindíveis para a análise da viabilidade de fundação dele. Um dos critérios que devem ser obedecidos na SELEÇÃO destas áreas é a declividade, a qual deve ser maior que 1% e inferior a 30% (RODRIGUES; GALLARDO, 2018).

O levantamento topográfico também calcula a capacidade da área selecionada, em paralelo calcula-se o valor dos resíduos produzidos diariamente e a capacidade volumétrica do local, sabendo-se, nesse caso, qual será o tempo de vida útil do aterro. (PORTELLA; RIBEIRO, 2014).

Além disso, análise topográfica do relevo da área proporciona estimar o sentido do fluxo ou do escoamento dos detritos líquidos e de água que serão

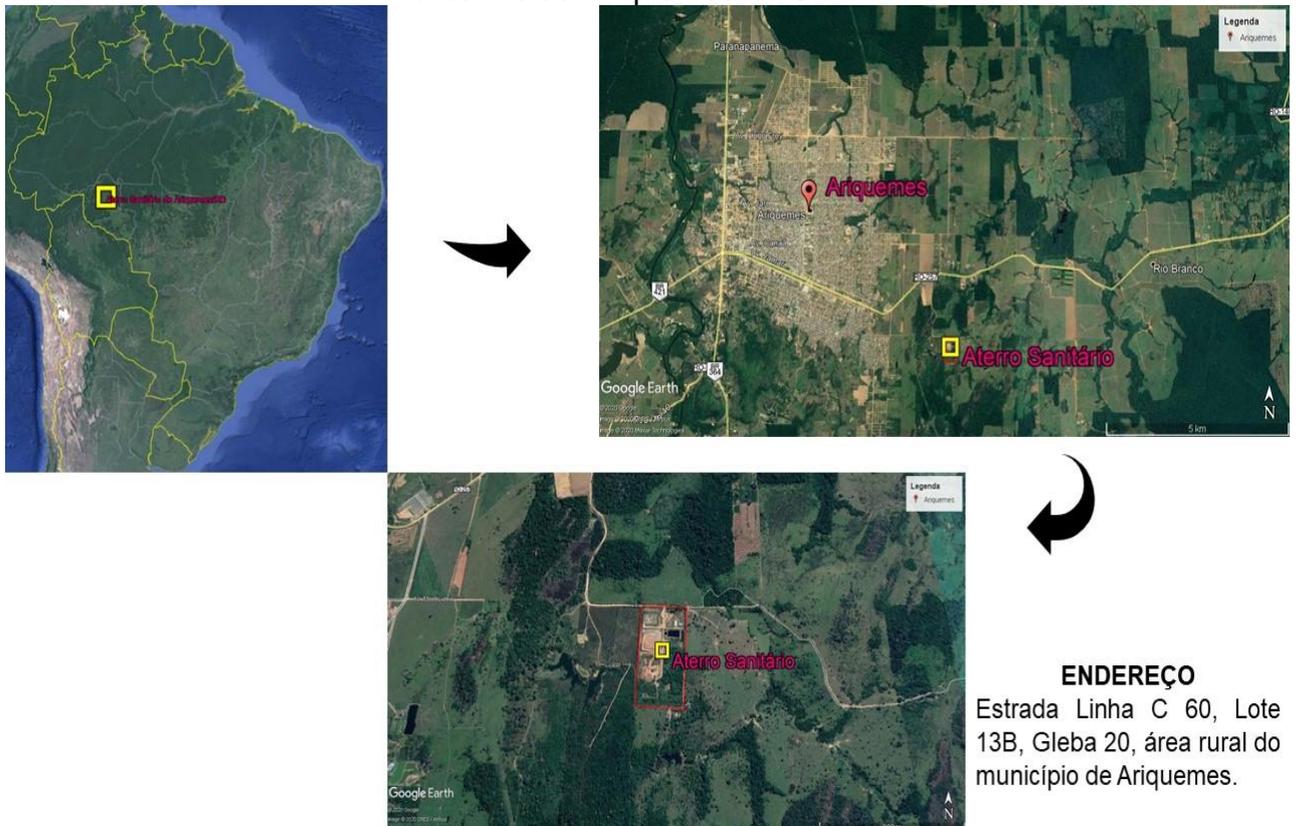
originados pelo futuro aterro, e, com base nestes dados, inserir sistemas de drenagem com o objetivo de reduzir o acúmulo de água ou outros líquidos na superfície do aterro. Aliás, a topografia é empregada durante a vida útil de um aterro também é usada como ferramenta no monitoramento e cálculo de recalque e na quantificação volumétrica dos resíduos sólidos depositados nestes aterros (PEREIRA *et al.*,2017).

4 METODOLOGIA

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ARIQUEMES-RO

O município de Ariquemes possui uma área territorial de 4.426,571 km² e com uma população de 105.896 pessoas em 2016, de acordo com as estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), além de ser a terceira cidade mais populosa de Rondônia e a segunda em densidade demográfica, com 20,41 pessoas por km². Situa-se a 199 km de Porto Velho, capital do estado. Ariquemes é vizinho de Alto Paraíso, Rio Crespo e Monte Negro. O município destaca-se na produção de cacau, café, cereais, guaraná, psicultura e, além da indústria moveleira e madeireira. Foi planejada com ruas largas e possui infraestrutura boa de serviços (SEBRAE, 2016; IBGE, 2019).

Figura 11 - Croqui de localização do empreendimento em relação aos limites rural e urbanos de Ariquemes - RO



Fonte: Próprio Autor (2020)

4.2 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O campo da execução do estudo compreende o aterro sanitário localizado no município de Ariquemes-RO. O aterro é situado na Estrada Linha C 60, Lote 13B, Gleba 20, área rural do município, sentido Machadinho D'Oeste, nas proximidades da Rodovia RO-257, sob as coordenadas 5° 00' 5,38" S e 8° 90' 16,93", possui 173.989,00 m². Aproximadamente 5 quilômetros do centro da cidade e não possui moradores no terreno (CISAN, 2016).

Figura 12 - Localização e acesso do aterro



Fonte: CISAN (2017).

4.3 LEVANTAMENTO DE DADOS

Para a execução do trabalho foi realizada pesquisa nas bases de dados indexadas: Scientific Electronic Library Online (SCIELO), Google Acadêmico, Revistas Eletrônicas entre outros. Envolvendo artigos científicos, livro, dissertação, arquivos e documentos online. Os descritores utilizados foram: Aterro Sanitário, Estimativa, Projeto, Construção, Operação.

Também foi realizado uma pesquisa de campo, uma visita *in loco* no Consórcio Intermunicipal de Saneamento da Região Central de Rondônia (CISAM) para obter informações a respeito do número de caminhões, volume destinado mensalmente e demais informações, além de obter os projetos do aterro sanitário e o memorial descritivo.

Com os dados obtidos, foi realizada uma caracterização do projeto de modo a descrever e caracterizar os principais dados de projeto utilizados e atual situação do Aterro sanitário em estudo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ATERRO SANITÁRIO DE ARIQUEMES

O aterro começou a ser planejado em 2002, quando foi executado um estudo de seleção de áreas pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, no qual analisou 5 alternativas locais. Em 2005, produziu o projeto básico e executivo das instalações. No segundo semestre de 2008, iniciaram as construções que somente foram finalizadas no fim de 2009, no entanto, faltavam ainda construções complementares, como máquinas, veículos e equipamentos, energia elétrica, algumas instalações de apoio, que só foram finalizadas ou compradas no ano de 2010 e 2011 (CISAN, 2017).

Em 2012 iniciou a operação do aterro sanitário, e em 27 de março a Prefeitura de Ariquemes autorizou por meio da Lei Municipal Nº 1917/2015, realizando a cessão das máquinas, instalações e equipamentos para que o CISAN comandasse o aterro sanitário de Ariquemes (Figura 13) (CISAN, 2017).

Figura 13 - Aterro Sanitário



Fonte: CISAN (2013).

Conforme projeto, foi executada guarita tendo o serviço de vigilância, balança, células de recepção, acomodação e compactação de resíduos (Figura 14), além do

mais possui sistema de drenagem de gases e percolados, lagoas de decantação anaeróbia, aeróbia e facultativa, galpão de triagem (Figura 15) esteira para catação de recicláveis.

Figura 14 - Célula de recepção, acomodação e compactação de resíduos



Fonte: CISAN (2013).

Figura 15 – Galpão de triagem



Fonte: CISAN (2013).

As células começam com base na cota 149,079m à cota 152,629m, possuem dimensões de 100 m x 100 m, com uma superposição de camadas para as células

de resíduos sólidos domiciliares/resíduos sólidos de unidades de serviços de saúde após tratamento.

As células de resíduos sólidos domiciliares e de unidades de serviços de saúde depois do tratamento de esterilização através de autoclave, foram projetadas com infraestrutura de base para assegurar a completa estanqueidade do local, preservando o lençol freático e as coleções hídricas do entorno da área. E em relação ao volume e a vida útil das células sem reciclagem e coleta seletiva estão mencionados no quadro 2.

Quadro 2 – Volume e vida útil das células

Aterro Sanitário de Ariquemes	Volume da Célula(m³)	RSU Aterrados (tonelada)	RSU Aterrados (m³)	Vida útil(em anos)	Vida útil (em meses)
Célula 2	153.80	162.614	180.682	2,90	34,82
Célula 3	149.990	158.813	176.459	2,83	34,01
Célula 4	185.271	196.169	217.966	3,50	42,01
Célula 5	189.838	201.005	223.339	3,59	43,04
Total	678.680	718.602	798.447	12,82	153,88

Fonte: CISAN (2017).

A infraestrutura do aterro contempla a impermeabilização com argila, inserção de manta de PEAD de 2,00 mm de espessura, lançamento do sistema de drenagem de efluentes líquidos percolados, sistema de drenagem de gases e introdução de uma camada de argila e pedras para proteção dos drenos e da manta.

Destaca-se que, os efluentes líquidos coletados (chorume) são conduzidos ao poço de acumulação do sistema definitivo de tratamento, com parte dos efluentes podendo ser recirculados (bombeados) sobre a massa de resíduos sólidos aterrada e o restante encaminhado ao sistema de tratamento de efluentes líquidos percolados (conjunto de lagoas anaeróbia, facultativa).

O sistema biológico de tratamento de chorume no aterro (Figura 16) é constituído por lagoa anaeróbia (profundidade de 4,5 m), lagoa facultativa (2 m), também lagoa de maturação (Figura 17) e lançamento no corpo receptor. Ressalta-se que seu dimensionamento foi fundamentado na precipitação média da região, em que alcança 2100 mm por ano. Na estação de tratamento não possui medidor de vazão, isto é, o controle é executado de maneira empírica, realizando assim adaptações e correções nos drenos (OLIVEIRA; MEDEIROS, 2019).

Figura 16 - Visão geral do sistema de tratamento de lixiviados



Fonte: SEDAM (2016).

Figura 17 - Vista das lagoas Facultativa e de Maturação



Fonte: SEDAM (2016).

O sistema de drenagem de gases é composto de drenos verticais, com a finalidade de coletar o biogás presente na massa de resíduos, ultrapassando todas as camadas do aterro, até alcançar a superfície. Além disso, foi introduzido no topo dos drenos um sistema para queima dos gases. Na base da célula, os drenos de gases são colocados sobre os drenos transversais de chorume (horizontais), visando captar os gases que casualmente escoem por estes drenos horizontais. Vale ressaltar que a queima de gases é realizada manualmente por meio do sistema

supracitado, salvo indicação de pesquisa de viabilidade para o processamento e aproveitamento dos gases.

Foi observado que na elaboração do aterro, considerou que o fluxo regional dos RSU envolvia unidades de triagem e compostagem, área de beneficiamento de entulhos e de resíduos de PET. Contudo, apesar do aterro recepcionar e executar o controle de pesagem dos caminhões, constatou-se que não é efetuado a triagem e, em consequência, todos os tipos de resíduos são dispostos nas células, o que prejudica a vida útil do aterro.

Atualmente, no aterro sanitário foi construída a segunda célula de tratamento de resíduos sólidos (Figura 18) ela continuará atendendo 15 municípios consorciados (Alto Paraíso, Ariquemes, Buritis, Cacaulândia, Campo Novo de Rondônia, Cujubim, Governador Jorge Teixeira, Itapuã do Oeste, Machadinho D' Oeste, Monte Negro, Ouro Preto do Oeste, Rio Crespo, Theobroma, Vale do Anari, Nova União), tais municípios fazem parte do Consórcio Cisan Central (Consórcio Intermunicipal de Saneamento da Região Central de Rondônia), com a recepção em torno de 145 toneladas de resíduos sólidos por dia e por mês 2.400 toneladas de resíduos domiciliares e comerciais. Além dessa obra, iniciou a manutenção da balança rodoviária, onde será averiguado o peso de todos os resíduos recebidos, e também irá começar a obra de construção do emissário de efluentes, que é um canal por onde será lançado o chorume depois de tratado (CISAN, 2020).

Figura 18 - Nova Célula do Aterro Sanitário



Fonte: Próprio Autor.

Os consórcios intermunicipais são demonstrados como alternativas estratégicas para o gerenciamento integrado de RSU, em que objetivam otimizar a disposição final, tratamento dos RSU, inclusão social e a sustentabilidade dos investimentos para as cidades associadas. Entretanto, existem diversas dificuldades com a introdução dos consórcios públicos de RSU, como a ausência de especialistas habilitados, instabilidade dos ciclos de governo municipais e a falta de apoio do poder público municipal (OLIVEIRA; MEDEIROS, 2019).

São coletadas 709 toneladas de resíduos sólidos por semana somente em Ariquemes. Sete caminhões realizam o trabalho de recolher na cidade com 50 funcionários, a maioria deles são de uma empresa terceirizada. Por ano, a prefeitura de Ariquemes gasta, em média, 4,1 milhões de reais para realizar a coleta e dar destino ao lixo produzido.

O transporte dos RSU é efetuado por caminhões da coleta regular, pelos municípios pertos, já os municípios mais distantes do aterro utilizam uma empresa terceirizada contratada por meio do consórcio para a execução da coleta dos resíduos nesses municípios.

O aterro tem todas as licenças para seu funcionamento, conforme a prefeitura, e isso englobando a de esterilização de resíduos originados de serviços de saúde (lixo hospitalar). O funcionamento do aterro é fiscalizado pela Secretaria de Estado de Desenvolvimento Ambiental (SEDAM) (FONSECA; TYBUSCH; BORBA, 2019).

Em 2013, foi inserida em Ariquemes, a coleta seletiva, que atende 3 bairros e pontos que são de produção grande de resíduos, fundamental ressaltar que o material recolhido possui como destinação uma cooperativa de reciclagem local (FONSECA; TYBUSCH; BORBA, 2019).

É fundamental realçar o aspecto de vida útil do aterro, visto que a dificuldade é grande de se encontrar novos locais, para receber o volume de resíduo urbano produzido no Município, devido a rejeição natural que as pessoas possuem de morar perto de uma área de disposição de resíduo. Possuem critérios econômicos, técnicos e político-sociais a serem usados para a escolha de um local adequado para introdução de um aterro sanitário (SILVA, 2017).

No entanto, a alta quantidade de RSU produzidos no Brasil e a escassez de recursos tecnológicos e financeiros, ocasiona diversos problemas na gestão de RSU, porém a única maneira para solucionar é quando a comunidade passar a

reivindicar materiais menos prejudiciais ao meio ambiente, ser inseridas políticas de geração mínima e também programas de reciclagem, reaproveitamento e compostagem.

As principais dificuldades relacionadas a reciclagem de materiais no Brasil estão associadas à limitada adesão das pessoas à coleta seletiva; falta ou limitação de investimentos governamentais; escassez de pontos de entrega dos produtos; descontinuidade na gestão municipal; pequena participação da área industrial no desenvolvimento de um sistema de logística reversa; insuficiência ou inexistência de locais apropriados para seleção dos resíduos por tipo de material; e em alguns casos, longas distâncias entre os centros produtores de resíduos e as indústrias de processamento e reciclagem de produtos (SILVA, 2017).

Dessa maneira, a reciclagem dos RSU é primordial para aumentar a vida útil dos aterros, em razão da menor quantidade de resíduos depositados no aterro. É primordial a participação da comunidade em relação à disposição final dos RSU, pode ser por meio de campanhas de esclarecimento, propiciando uma mudança de valores e hábitos, conhecimento sobre aos problemas ambientais e a responsabilidade de cada pessoa em busca de condições melhores de vida para todos.

CONCLUSÃO

Diante do exposto, o aterro sanitário de Ariquemes tem uma estrutura completa, desde guarita realizando o serviço de vigilância, balança, células de recepção, acomodação e compactação de resíduos, sistema de drenagem de gases e percolados, lagoas de decantação anaeróbia, aeróbia e facultativa, galpão de triagem e esteira para catação de recicláveis.

Devido à alta quantidade de RSU, atualmente foi construída a segunda célula de tratamento de resíduos sólidos, ela continuará atendendo os 15 municípios consorciados. Também iniciou a manutenção da balança rodoviária.

Somente em Ariquemes por semana, são coletadas 709 toneladas de RSU. Sete caminhões executam o trabalho de recolher na cidade com 50 funcionários e por ano, gasta, em torno de 4,1 milhões de reais para efetuar a coleta e dar destino ao lixo gerado. No entanto, uma alternativa importante para redução desses RSU, é a realização da coleta seletiva, que está começando a ser realizada em Ariquemes.

Os resultados alcançados são de fundamental importância ambiental, social e econômica, em que foi possível absorver o conhecimento e divulgar sobre o projeto do aterro, relatando suas características principais, assim como conhecer a quantidade de resíduos gerados pela população.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Nair Conde; ANGELIS, Dejanira de Franceschi. **Chorume gerado em aterros sanitários: interferências na saúde ambiental**.2016. Disponível em: <http://conexaoagua.mpf.mp.br/arquivos/artigos-cientificos/2016/05-chorume-gerado-em-aterros-sanitarios-interferencias-na-saude-ambiental.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2020.
- BONNECARRERE, Joaquin Ignacio. **O Meio Terrestre II: Poluição do Solo – Resíduos Sólidos**. 2017. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3338369/mod_resource/content/1/Aula%206%20-%20Meio%20Terrestre%20II%20-%20Res%20C3%ADduos%20S%20C3%B3lidos%202017.pdf. Acesso em: 21 nov. 2019.
- BORGES, Thayrinne Marcella; VIMIEIRO, Gisele Vidal; CATAPRETA, Cícero Antonio Antunes. **Guia para monitoramento ambiental em aterros sanitários**. VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campina Grande/PB, 2016. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2016/III-083.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2020.
- CARMO JUNIOR, Gersina N. da R. **Aterro Sanitário**.2012. Disponível em: http://www.ufjf.br/engsanitar_iaeambiental/files/2012/09/AS-_Aula-9.pdf. Acesso em: 02 abr. 2020.
- CARRILHO, Atalanta Nayara; CANDIDO, Humberto Gois; SOUZA, Amilton Diniz. Geoprocessamento aplicado na seleção de áreas para a implantação de aterro sanitário no município de Conceição das Alagoas (MG). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.23, n.1, p. 201-206, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v23n1/1809-4457-esa-23-01-201.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2019.
- CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO DA REGIÃO CENTRAL DE RONDÔNIA (CISAN). **Cisan amplia sistema de tratamento de resíduos com investimentos em obras**. 2020. Disponível em: <http://cisancentral.ro.gov.br/cisan-portal/public/articles/1/86>. Acesso em: 31 mar. 2020.
- CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO DA REGIÃO CENTRAL DE RONDÔNIA (CISAN). **Estudo de concepção e avaliação ambiental: Elaboração de estudo de ampliação da capacidade do Aterro Sanitário de Ariquemes**. 2016.
- CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO DA REGIÃO CENTRAL DE RONDÔNIA (CISAN). **Plano regional de gestão associada e integrada de resíduos sólidos**.2013.
- CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO DA REGIÃO CENTRAL DE RONDÔNIA (CISAN). **Projeto do Aterro Sanitário de Ariquemes**. 2017.
- CONDE, Thassiane Telles; STACHIW, Rosalvo; FERREIRA, Elvino. Aterro sanitário como alternativa para a preservação ambiental. **Revista Brasileira de Ciências da**

Amazônia, v. 3, n. 1, p. 69-80, 2014. Disponível em: [www.tratamentodeagua.com.br › artigo › aterro-sanitario-como-altern...](http://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/aterro-sanitario-como-altern...) Acesso em: 23 nov. 2019.

CRUZ, Helena Márcia. **Análises Microbiológicas e Físico-Químicas - Conceitos Para Gestão Ambiental**. São Paulo: Editora Érica, 2014. 152p.

DEMARCO, Carolina Faccio et al. **Descrição de elementos gerais para projetos de aterro sanitário no município de Mostardas/RS**. 2º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, Foz do Iguaçu, 2019. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2019/XI-032.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2020.

DORÉ, José Maurício. **Relatório de impacto ambiental - RIMA**. 2010. Disponível em: http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA_RIMA/Ambisul_Sarandi_RIMA.pdf Acesso em: 22 nov. 2019.

FONSECA, Luciana Costa; TYBUSCH, Jerônimo Siqueira; BORBA, Rogerio. **XXVIII Congresso Nacional do Conpedi Belém – PA - Direito e sustentabilidade I**. Florianópolis: CONPEDI, 2019. Disponível em: <http://conpedi.daniloir.info/publicacoes/048p2018/27523551/H3oW916pPAsrHNIS.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2020.

GOES, Dalvan. **A contribuição do aterro sanitário na gestão de resíduos sólidos: Um breve estudo de caso no aterro de Paulo Afonso, BA**. 2016. Disponível em: https://www.fasete.edu.br/revistarios/media/revistas/2016/10/a_contribuicao_do_aterro_sanitario_na_gestao_de_residuos_solidos.pdf. Acesso em: 21 nov. 2019.

GUSMÃO, Herzem. **Nova célula do Aterro Sanitário é uma das mais modernas do Brasil**. 2019. Disponível em: <https://www.pmvc.ba.gov.br/nova-celula-do-aterro-sanitario-e-uma-das-mais-modernas-do-brasil/>. Acesso em: 01 abr. 2020.

IERVOLINO, Luiz Fernando. **Lagoas de estabilização**. 2019. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/lagoas-estabilizacao/>. Acesso em: 02 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Ariquemes**. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ro/ariquemes.html>. Acesso em: 21 mar. 2020.

LANGE, Liséte Celina et al. **Resíduos sólidos - projeto, operação e monitoramento de aterros sanitários: guia do profissional em treinamento**. Belo Horizonte: ReCESA, 2008. Disponível em: <http://nucase.desa.ufmg.br/wp-content/uploads/2013/07/RSU-POMA.2.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2019.

LIMA, P. G. et al. Avaliação de um aterro sanitário por meio do índice de qualidade de resíduos sólidos. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 11, n.1, p. 88-106, 2017. Disponível em: <http://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/viewFile/491/320>. Acesso em: 22 nov. 2019.

MACEDO, Laura Valente et al. **Manual para aproveitamento do biogás**: volume 1, aterros sanitários. São Paulo, 2009. Disponível em: http://www.resol.com.br/cartilha12/manual_iclei_brazil.pdf. Acesso em: 02 abr. 2020.

MARTINS, Cláudia Lavina; CASTILHOS JÚNIOR, Armando Borges; COSTA, Rejane Helena Ribeiro. Desempenho de sistema de tratamento de lixiviado de aterro sanitário com recirculação do efluente. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.15, n.4, p.401-410, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v15n4/a13v15n4.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2020.

MÉLO, Hussein Barboza; DIEGO, Hércules. **Plano Municipal de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos – Serra Redonda/PB**. Serra Redonda/PB, 2019. Disponível em: <https://serraredonda.pb.gov.br/images/arquivos/documentos/1570112594.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2020.

MELO, Josué Fabiano; LINDNER, Elfride Anrain. Dimensionamento comparativo lagoas versus wetlands para o tratamento de esgoto em bairro de Campos Novos, SC. **Unoesc & Ciência - ACET**, v. 4, n. 2, p. 181-196, 2013. Disponível em: <https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/acet/article/view/2709>. Acesso em: 02 abr. 2020.

MENDONÇA, Daiane dos Santos Mamede. Efeitos e danos ambientais da disposição de resíduos sólidos na área do lixão e aterro controlado no município de Inhumas-GO. **Caderno de Geografia**, v.27, n.50, p.486- 499, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320589892_Efeitos_e_danos_ambientais_da_disposicao_de_residuos_solidos_na_area_do_lixao_e_aterro_controlado_no_municipio_de_Inhumas-GO_Effects_and_environmental_harms_of_the_municipal_solid_residues_disposal_in. Acesso em: 22 nov. 2019.

NASCIMENTO, Maria Cândida Barbosa et al. Estado da arte dos aterros de resíduos sólidos urbanos que aproveitam o biogás para geração de energia elétrica e biometano no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.24, n.1, 2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522019000100143. Acesso em: 02 abr. 2020.

OLIVEIRA, Benone Otávio Souza; MEDEIROS, Gerson Araújo. **Gestão de resíduos sólidos urbanos: um estudo de caso na Amazônia Brasileira**. 2º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, Foz de Iguaçu, p.1-6, 2019. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2019/IV-093.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2020.

PEDOTT, Juliana Gonzalez Justi; AGUIAR, Alexandre de Oliveira. Biogás em aterros sanitários: comparando a geração estimada com a quantidade verificada em projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo. **Holos**, v. 4,p.195-211,2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/287211142_BIOGAS_EM_ATERROS_SANITARIOS_COMPARANDO_A_GERACAO_ESTIMADA_COM_A_QUANTIDADE_VERIFICADA_EM_PROJETOS_DE_MECANISMO_DE_DESENVOLVIMENTO_LIMPO. Acesso em: 02 abr. 2020.

PEREIRA, Ana Paula Miranda et al. **Importância dos serviços topográficos para a implantação, operação e monitoramento de aterros sanitários**. IX Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental, XV Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Ambiental e III Fórum Latino Americano de Engenharia e Sustentabilidade, Belo Horizonte-MG, 2017. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br/s3-sa-east-1.amazonaws.com/engineeringproceedings/xvneeeamb/137.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2020.

PICANÇO, Aurélio. **Disposição Final Ambientalmente Adequada dos Resíduos Sólidos**. IV Seminário Internacional de Engenharia de Saúde Pública, 2013. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/uploads/2013/05/aurelio_pessoa.pdf. Acesso em: 21 nov. 2019.

PIVELI, R. P.; FERREIRA FILHO, S. S. **Resíduos Sólidos Urbanos**. 2011. 109 slides.

PORTELLA, Márcio Oliveira; RIBEIRO, José Cláudio Junqueira. Aterros sanitários: aspectos gerais e destino final dos resíduos. **Revista Direito Ambiental e sociedade**, v. 4, n. 1, p. 115-134, 2014. Disponível em: <http://ucs.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/viewFile/3687/2110>. Acesso em: 22 nov. 2019.

PRADO FILHO, Hayrton Rodrigues. **Os aterros sanitários de pequeno porte**. 2019. Disponível em: <https://revistaadnormas.com.br/2019/08/27/os-aterros-sanitarios-de-pequeno-porte/>. Acesso em: 21 nov. 2019.

RIBEIRO, Daniela Freitas. **Avaliação dos aspectos estruturais e operacionais em cinco aterros sanitários, localizados nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo**. 2016. 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: [http://www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2016/Daniela Freitas Ribeiro-2016peamb.pdf](http://www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2016/Daniela%20Freitas%20Ribeiro-2016peamb.pdf). Acesso em: 21 nov. 2019.

RODRIGUES, Danilo Aparecido; GALLARDO, Uninove Amarilis Lucia Casteli Figueiredo. **Vantagens da aerofotogrametria por drone na obtenção de dados topográficos em estudos de lixões e aterros sanitários**. **Anais do VII SINGEP**, 2018. Disponível em: <https://singep.org.br/7singep/resultado/209.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2020.

SANTOS, Guilherme Garcia Dias. **Análise e perspectivas de alternativas de destinação dos resíduos sólidos urbanos: o caso da incineração e da disposição em aterros**. 2011.208f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético), Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: http://objdig.ufrj.br/60/teses/coppe_m/GuilhermeGarciaDiasDosSantos.pdf. Acesso em: 02 abr. 2020.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL (SEDAM). **Relatório final do Plano de Municipal de Saneamento Básico de Ariquemes**. 2016. Disponível em: <http://ariquemes.sedam.ro.gov.br/wp-content/uploads/2019/09/Plano-Municipal-de-Saneamento-Basico-Ariquemes.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2020.

SEGANTINE, Paulo; SILVA, Irineu. **Topografia para Engenharia: Teoria e Prática de Geomática**. Rio de Janeiro, Elsevier, 2015. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?id=OV7jBwAAQBAJ&dq=\(SEGANTINE;+SILVA,+2015\).&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwjts9ia0sroAhXjlbkGHWWjC4sQ6AEIKDAA](https://books.google.com.br/books?id=OV7jBwAAQBAJ&dq=(SEGANTINE;+SILVA,+2015).&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwjts9ia0sroAhXjlbkGHWWjC4sQ6AEIKDAA). Acesso em: 02 abr. 2020.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Perfil Socioeconômico e dos Pequenos Negócios em Ariquemes**. 2016. Disponível em: https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/ro/artigos/perfil-socioeconomico-e-dos-pequenos-negocios-em-ariquemes_1bef4c1e87ded510VgnVCM1000004c00210aRCRD. Acesso em: 21 mar. 2020.

SILVA, Cesar Aparecido et al. **Gerenciamento de Resíduos**. Curitiba-PR, 2013. Disponível em: <http://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/1378/Gerenciamento%20de%20Residuos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 02 abr. 2020.

SILVA, Dhemeson de Sousa; CHAVES, Davina Camelo; TRINDADE JÚNIOR, Osiel César. **Percepção de alunos do 3º ano do ensino médio sobre os impactos ambientais promovidos pelo destino e/ou tratamento incorreto de resíduos alimentares**. III Congresso Nacional de Educação - CONEDU, 2016. Disponível em: https://editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV056_MD1_SA10_ID11832_18082016142102.pdf. Acesso em: 02 abr. 2020.

SILVA, Rosângela Maria et al. Lagoas de estabilização: um estudo de revisão. **Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 3, 716-728, 2015. Disponível em: <http://eventos.ecogestaobrasil.net/congestas2015/trabalhos/pdf/congestas2015-et-07-010.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2020.

SILVA, Syntia Meneses. **Estudo dos impactos energéticos e da vida útil do aterro sanitário com a valorização dos resíduos sólidos urbanos: o caso de Feira de Santana – BA**. 2017. 109f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil e Ambiental), Universidade Estadual de Feira de Santana. Disponível em: <http://tede2.uefs.br:8080/handle/tede/570>. Acesso em: 01 jul. 2020.

SOARES, João Evangelista Marques; AZEVEDO, Antônio Adelúzio Gomes. **O que faço com meu lixo? Resíduos sólidos - da geração ao destino final**. Goiânia: Kelps, 2018. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=NpWNDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=SOARES,+Jo%C3%A3o+Evangelista+Marques;+AZEVEDO,+Ant%C3%B4nio+Adel%C3%BAzio+Gomes.+O+que+fa%C3%A7o+com+meu+lixo?+Res%C3%ADduos+s%C3%B3lidos+-+da+gera%C3%A7%C3%A3o+ao+destino+final&hl=pt-BR&sa=X&ved=2ahUKEwiitOjMs93rAhWEHrkGHfeNBpwQ6AEwAHoECAAQAg#v=onepage&q=SOARES%2C%20Jo%C3%A3o%20Evangelista%20Marques%3B%20AZEVEDO%2C%20Ant%C3%B4nio%20Adel%C3%BAzio%20Gomes.%20O%20que%20fa%C3%A7o%20com%20meu%20lixo%3F%20Res%C3%ADduos%20s%C3%B3lidos%20-%20da%20gera%C3%A7%C3%A3o%20ao%20destino%20final&f=false>. Acesso em: 21 nov. 2019.

TAVARES, Bernardo Ferreira Dias. **Tratamento de chorume: análise dos efluentes da evaporação forçada**. 2011. 71f. Projeto (Graduação em Engenharia Ambiental),

Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10001824.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2020.



Alexandre da Silva Nunes

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/7505133391322655>

ID Lattes: **7505133391322655**

Última atualização do currículo em 14/09/2020

Graduando em Engenharia Civil, pela Faculdade de educação e Meio Ambiente - FAEMA, na cidade de Ariquemes - RO. **(Texto informado pelo autor)**

Identificação

Nome	Alexandre da Silva Nunes 
Nome em citações bibliográficas	NUNES, A. S.
Lattes iD	 http://lattes.cnpq.br/7505133391322655

Endereço

Formação acadêmica/titulação

2016	Graduação em andamento em ENGENHARIA CIVIL. Faculdade de Educação e Meio Ambiente, FAEMA, Brasil.
2006 - 2009	Ensino Médio (2º grau). Aurelio Buarque de Holanda Ferreira, EEEFM, Brasil.

Idiomas

Português	Compreende Bem, Fala Bem, Lê Razoavelmente, Escreve Bem.
Inglês	Compreende Bem, Fala Bem, Lê Bem, Escreve Bem.
Espanhol	Compreende Razoavelmente, Fala Pouco, Lê Pouco, Escreve Pouco.

Produções

Produção bibliográfica

Eventos

Participação em eventos, congressos, exposições e feiras

1. I Simpósio de arquitetura e Engenharias.I Simpósio de arquitetura e Engenharias. 2019. (Simpósio).
2. DIA DA COMUNIDADE.DIA DA COMUNIDADE. 2016. (Outra).
3. Leitura e Interpretação de Projeto de arquitetura.Leitura e Interpretação de Projeto de Arquitetura. 2016. (Outra).



RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

DISCENTE: Alexandre da Silva Nunes

CURSO: Engenharia Civil

DATA DE ANÁLISE: 11.09.2020

RESULTADO DA ANÁLISE

Estatísticas

Suspeitas na Internet: **6,65%**

Percentual do texto com expressões localizadas na internet ⚠️

Suspeitas confirmadas: **5,09%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados ⚠️

Texto analisado: **89,21%**

Percentual do texto efetivamente analisado (frases curtas, caracteres especiais, texto quebrado não são analisados).

Sucesso da análise: **100%**

Percentual das pesquisas com sucesso, indica a qualidade da análise, quanto maior, melhor.

Analisado por Plagius - Detector de Plágio 2.4.11
sexta-feira, 11 de setembro de 2020 14:34

PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho do discente **ALEXANDRE DA SILVA NUNES**, n. de matrícula **23322**, do curso de Engenharia Civil, foi **APROVADO** na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 6,65%. Devendo o aluno fazer as correções que se fizerem necessárias.

(assinado eletronicamente)
HERTA MARIA DE AÇUCENA DO N. SOEIRO
Bibliotecária CRB 1114/11
Biblioteca Júlio Bordignon
Faculdade de Educação e Meio Ambiente

Assinado digitalmente por: Herta Maria de A?ucena
do Nascimento Soeiro
Razão: Faculdade de Educação e Meio Ambiente
Localização: Ariquemes RO
O tempo: 14-09-2020 09:32:43