

Assinado digitalmente por: Driano Rezende  
Razão: Sou responsável pelo documento  
Localização: FAEMA, Ariquemes - RO  
O tempo: 29-11-2021 19:25:19



**FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE**

**DHIONE MARCOS DA SILVA**

**CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
URBANOS DE UM ATERRO SANITÁRIO NO INTERIOR DA AMAZÔNIA LEGAL**

**ARIQUEMES – RO**

**2021**

Assinado digitalmente por: Jociel Honorato de Jesus  
Razão: Sou responsável por esse documento  
Localização: FAEMA - Ariquemes/RO  
O tempo: 29-11-2021 17:58:08

Assinado digitalmente por: FELIPE CORDEIRO DE LIMA  
Razão: Sou responsável pelo documento  
Localização: FAEMA - Ariquemes/RO  
O tempo: 29-11-2021 15:27:56

**DHIONE MARCOS DA SILVA**

**CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
URBANOS DE UM ATERRO SANITÁRIO NO INTERIOR DA AMAZÔNIA LEGAL**

Trabalho de Conclusão de curso para a obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária apresentado a Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA.

Orientador: Prof. Dr. Driano Rezende

**ARIQUEMES - RO**

**2021**

**FICHA CATALOGRÁFICA**  
**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

<p>S586c Silva, Dhione Marcos da. Caracterização do sistema de tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos de um aterro sanitário no interior da Amazônia Legal. / Dhione Marcos da Silva. Ariquemes, RO: Faculdade de Educação e Meio Ambiente, 2021. 59 f. ; il. Orientador: Prof. Dr. Driano Rezende. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária – Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes RO, 2021.</p> <p>1. Resíduos Sólidos Urbanos. 2. Aterro Sanitário. 3. Chorume. 4. Consórcio Intermunicipal de Saneamento da Região Central de Rondônia. 5. Rondônia. I. Título. II. Rezende, Driano.</p> <p style="text-align: right;">CDD 628</p>
--

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

**DHIONE MARCOS DA SILVA**

**CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
URBANOS DE UM ATERRO SANITÁRIO NO INTERIOR DA AMAZÔNIA LEGAL**

Trabalho de Conclusão de curso para a  
obtenção do Grau de Bacharel em  
Engenharia Ambiental e Sanitária  
apresentado a Faculdade de Educação e  
Meio Ambiente – FAEMA.

**Banca Examinadora**

---

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

---

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

---

Prof.º Ms Jociel Honorato de Jesus  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

**ARIQUEMES - RO**

**2021**

A a minha mãe e a todos aqueles que  
possam ler este trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar quero agradecer a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, durante todos os meus anos de estudos, por ter permitido que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar durante a realização deste trabalho.

A minha Mãe Deni Lopes, que me incentivou nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho e aos estudos da faculdade.

Aos amigos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período de tempo em que me dediquei a este trabalho.

Ao professor Airton Leite, e Professora Helena Meika, por ter me incentivado a continuar meus estudos.

A Silvana e a Ana Paula, por sempre estar me aconselhando a cada dia mais em não desistir do meu sonho.

Ao professor Doutor Driano Rezende, por ter sido meu orientador e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade.

Ao professor e coordenador do curso Felipe Cordeiro por sempre está presente passando seu conhecimento.

Aos professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso.

E a todos os colaboradores da Faculdade FAEMA.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

A todos que participaram direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo o meu processo de aprendizado.

As pessoas com quem convivi ao longo desses anos de curso, que me incentivaram e que certamente tiveram impacto na minha formação acadêmica.

Aos meus colegas de curso, com quem convivi intensamente durante os últimos anos, pelo companheirismo e pela troca de experiências que me permitiram crescer não só como pessoa, mas também como formando.

A todos da empresa do CISAN, pelo fornecimento de dados e materiais que foram fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa que possibilitou a realização deste trabalho.

A instituição de ensino FAEMA, essencial no meu processo de formação profissional, pela dedicação, e por tudo o que aprendi ao longo dos anos do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária.

*“Eu não tenho sonhos, eu tenho objetivos.”*

***Harvey Specter.***



## RESUMO

A destinação final dos resíduos sólidos urbanos (RSU) apresenta-se como uma urgência ambiental para os países no século XXI e uma das tecnologias mais eficientes para a disposição final dos RSU são os aterros sanitários, que possuem preocupação com o impacto que o chorume pode causar no solo e no lençol freático. Sendo assim, esse estudo buscou avaliar a eficiência do aterro sanitário do município de Ariquemes-RO no tratamento do lixiviado. Para tanto, foram utilizados os relatórios técnicos realizados em 2021 de amostragens de efluentes no poço de acumulação e na lagoa facultativa do aterro e disponibilizados pelo CISAN, que é a instituição responsável pela administração do local. Foram realizados os cálculos de eficiência de remoção de cada elemento avaliado nas amostragens e o resultado final foi comparado com a Resolução CONAMA nº 430/2011, que padroniza os parâmetros necessários para o lançamento de efluentes tratados. Muitos elementos apresentaram eficiência de remoção elevada, enquanto alguns apresentaram baixa ou nenhuma eficiência de remoção. No entanto, todos os elementos apresentaram concentração de acordo com o que determina a resolução. Conclui-se que o aterro sanitário estudado possui grande eficiência no processo de tratamento do chorume oriundo da degradação da matéria orgânica. Além disso, ressalta-se sua importância para o estado, que ainda carece de empreendimentos como o tal. Por fim, reforça-se a necessidade de estudos e pesquisas futuras com esse aterro sanitário, principalmente compreendendo o tempo como um dos principais fatores para diminuição da sua eficiência no tratamento dos resíduos.

**Palavras-chave:** Resíduos Sólidos Urbanos. Aterro Sanitário. Chorume.

## ABSTRACT

The final destination of urban solid waste (USW) is an environmental urgency for countries in the 21st century and one of the most efficient technologies for the final disposal of USW are landfills, which are concerned with the impact that leachate can have. cause in the soil and groundwater. Therefore, this study sought to evaluate the efficiency of the landfill in the municipality of Ariqueemes-RO in the treatment of leachate. For this purpose, technical reports carried out in 2021 on effluent sampling in the accumulation well and in the landfill's facultative lake were used and made available by CISAN, which is the institution responsible for administering the site. The removal efficiency calculations were performed for each element evaluated in the samples and the final result was compared with CONAMA Resolution No. 430/2011, which standardizes the parameters necessary for the discharge of treated effluents. Many elements had high removal efficiency, while some had low or no removal efficiency. However, all elements showed concentration according to what determines the resolution. It is concluded that the studied landfill has great efficiency in the process of treating the leachate from the degradation of organic matter. In addition, its importance for the state is highlighted, which still lacks developments such as such. Finally, it reinforces the need for future studies and research with this landfill, mainly understanding time as one of the main factors to decrease its efficiency in waste treatment.

**Keywords:** Urban solid waste. Sanitary Landfill. Slurry.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Disposição final dos resíduos sólidos urbanos do Brasil de acordo com as unidades de disposição final de resíduos.....	20
Figura 2 – Estrutura de um aterro sanitário .....	21
Figura 3 – Extensão do aterro sanitário de Ariquemes.....	30
Figura 4 – Célula em operação .....	30
Figura 5 – Operação do aterro .....	31
Figura 6 – Sistema de tratamento do chorume .....	31
Figura 7 – Lagoa anaeróbia das células abertas do aterro sanitário .....	32
Figura 8 – Lagoa anaeróbia das células fechadas do aterro sanitário .....	32
Figura 9 – Lagoa facultativa do sistema de lagoas do aterro sanitário.....	33
Figura 10 – Lagoa seca do sistema de lagoas do aterro sanitário .....	33
Figura 11 – Representação dos pontos de coleta .....	34
Figura 12 – Eficiência de remoção dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos .....	37
Figura 13 – Eficiência de remoção dos parâmetros dos metais pesados.....	40
Figura 14 – Eficiência de remoção dos parâmetros dos metais pesados.....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros físico-químicos e microbiológicos.....	36
Tabela 2 – Parâmetros dos metais pesados .....	39
Tabela 3 – Parâmetros orgânicos .....	42

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
CISAN	Consórcio Intermunicipal de Saneamento da Região Central de Rondônia
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NBR	Norma Técnica
PERS	Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de Rondônia
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SEDAM	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>17</b>
3.1 LEGISLAÇÃO SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	17
3.2 ATERRO SANITÁRIO .....	19
<b>3.2.1 Degradação dos resíduos sólidos urbanos</b> .....	<b>22</b>
3.3 CARACTERIZAÇÃO DO CHORUME.....	23
<b>3.2.1 Amostras de chorume: conceitos e definições</b> .....	<b>24</b>
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>29</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO.....	29
4.3 CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE E QUANTIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE TRATAMENTO .....	34
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>36</b>
<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>45</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>46</b>
<b>ANEXO A – Relatório técnico CISAN poço de acumulação</b> .....	<b>52</b>
<b>ANEXO B – Relatório técnico CISAN lagoa facultativa</b> .....	<b>55</b>
<b>ANEXO C – Relatório de revisão antiplágio</b> .....	<b>58</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Preocupações acerca da disposição final dos resíduos sólidos urbanos (RSU) são fundamentais, tendo em vista os aspectos ambientais envolvidos nesse processo. A crescente urbanização, o aumento da industrialização e do poder aquisitivo dos indivíduos propiciam no aumento da geração de resíduos sólidos pela sociedade que, em sua maioria, são depositados de maneira incorreta no meio ambiente (PEREIRA, 2011).

De acordo com dados do Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil, realizado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), 79,6 milhões de RSU foram gerados em 2020 e as projeções apontam que até 2050 haverá um aumento de 50% na geração. Evidentemente, o manejo e a destinação final correta desses resíduos precisam ser incorporados no plano de gestão dos municípios brasileiros.

Conforme salienta Gouveia (2012), o gerenciamento inadequado dos resíduos sólidos urbanos é uma das maiores problemáticas ambientais crescentes no Brasil, levando em consideração o a massa populacional nas cidades. Segundo dados mais recentes da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), realizada pelo IBGE em 2017, dos 5.570 municípios brasileiros, 2.211 não possuem rede de esgotamento sanitário, sendo a região Norte a com menor taxa do país.

É importante reforçar que o saneamento básico é um direito garantido aos cidadãos através da Lei nº 11.445/2007, alicerçado nas premissas de manejo, tratamento e destinação final adequada dos resíduos. Todavia, possuir rede coletora de esgoto não significa que os resíduos são tratados de maneira correta. Para que haja minimização dos impactos ambientais causados pela geração de RSU é necessário trabalhar os principais agravantes oriundos da matéria orgânica: os gases e o lixiviado (chorume) (SANTOS; BERTICELLI; FRITSCH, 2018).

Nesse sentido, Matias e Sobrinho (2020) apontam que o aterro sanitário mostra-se como o local mais correto para a destinação final de resíduos. No entanto, mesmo que todas as fases do processamento sejam executadas de maneira minuciosa, riscos de contaminação do solo ainda poderão ser observados. Sendo

assim, o monitoramento e a avaliação de amostras devem ser constantes, a fim de diagnosticar falhas nesse sistema.

Tendo em vista as perspectivas apresentadas, as especificidades envolvidas no processo de gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos e na importância da preocupação com os fatores ambientais no processamento dos resíduos, essa pesquisa visa caracterizar e avaliar a eficiência das lagoas de tratamento de chorume do aterro sanitário no município de Ariquemes-RO. A pesquisa se justifica nas problemáticas supracitadas e na relevância do assunto no que tange a qualidade de vida dos indivíduos, saúde e qualidade do ambiente.



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o sistema de tratamento de chorume do aterro sanitário do município de Ariquemes-RO.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Observar os dados a respeito da qualidade do sistema;
- Caracterizar os parâmetros físicos químicos e microbiológicos do lixiviado oriundo do aterro;
- Avaliar a eficiência do sistema;
- Averiguar a situação do efluente tratado no aterro em comparação com a legislação pertinente;
- Apresentar informações preponderantes a respeito dos impactos do aterramento de resíduos para a comunidade e para os gestores públicos.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 LEGISLAÇÃO SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS

Inicialmente, é necessário contextualizar que as legislações vigentes a respeito dos resíduos sólidos urbanos são resultados de uma grande evolução nacional do direito ambiental. Ao longo do tempo, o Brasil caminhou em proporcionar a abrangência necessária a todos os aspectos que envolvem o meio ambiente. Essa evolução que se desenvolveu ao longo de muitos anos faz com que a legislação dos resíduos sólidos seja recente, tendo em vista que as regulações e normas específicas surgiram fortemente nos últimos 15 anos.

Sendo assim, a primeira grande regulamentação com enfoque no saneamento básico foi dada pela Lei nº 11.445/2007, que trouxe disposições sobre o esgotamento sanitário e abastecimento de água, além de trazer destaque aos processos de limpeza urbana e o manejo dos RSU com enfoque no papel de proteção e preservação ambiental. Ao longo do tempo esse dispositivo foi bastante alterado e adaptado, atualmente está alterado pela Lei nº 14.026/2020.

Posteriormente, em 2010, surgiu a Lei nº 12.305/2010, que é tido como um grande marco na proteção ambiental do país uma vez que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Em suma, o Art. 1º da Lei apresenta que:

Art. 1º Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010).

Alguns pontos importantes dispostos nessa legislação dizem respeito à destinação ambientalmente correta dos resíduos, sendo o aterro sanitário apresentado com destaque nesse sentido. A Lei também determina metas, como a erradicação dos lixões no território nacional que deveria ter acontecido até 2014. Além disso, o dispositivo também determina as responsabilidades dos municípios em suas

atribuições para implementação dos serviços de coleta seletiva e de destinação adequada dos resíduos.

Em relação ao Estado de Rondônia, um importante passo foi dado em 2020, com a elaboração do Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) pela Secretaria Estadual de Desenvolvimento Ambiental (SEDAM), que tem como objetivo atender às regulamentações dadas na Lei nº 12.305/2010. A partir disso, políticas públicas para proteção ambiental e gerenciamento dos resíduos sólidos poderão ser desenvolvidas de maneira pontual.

O PERS estabelece metas de curto prazo (2019 a 2023), médio prazo (2024 a 2028) e longo prazo (2029 a 2038). Um dos aspectos mais preponderantes é o encerramento das atividades dos lixões em todos os municípios do estado que deve ocorrer até 2028. Além disso, o plano apresenta metas para os municípios desenvolverem seus respectivos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos que deve estar presente em 80% do estado até 2028 e metas para o aumento da coleta seletiva por parte das indústrias e comércios até 2023 e pelos domicílios de maneira gradual.

No que tange ao município de Ariquemes, observa-se que o mesmo já desenvolve seu plano de gerenciamento desde 2013, quando foi criado o Plano de Gestão Associada e Integrada de Resíduos Sólidos, visando atender as disposições das Leis nº 11.445/2007 e nº 12.305/2010. O plano foi elaborado pelo Consórcio Intermunicipal de Saneamento da Região central de Rondônia (CISAN), em que além de Ariquemes participam outros treze municípios, a saber: Alto Paraíso, Buritis, Cacaupônia, Campo Novo de Rondônia, Cujubim, Governador Jorge Teixeira, Itapuã do Oeste, Jaru, Machadinho do Oeste, Monte Negro, Rio Crespo, Theobroma e Vale do Anari.

Alguns aspectos importantes do plano do CISAN referem-se ao diagnóstico situacional e prognóstico para cada um dos municípios participantes. Também foram elaboradas as proposições finais dos municípios a partir da análise individual dos fatores ambientais, sociais, estratégicos e políticos, sendo apresentadas diretrizes e metas de curto, médio e longo prazo para a atuação eficiente dos municípios no gerenciamento dos resíduos sólidos.

Além disso, é importante destacar alguns dispositivos regulatórios elaborados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A ABNT possui diversas Normas Técnicas (NBR) que tratam dos resíduos sólidos, entre elas:

- NBR 13896:1997: Fixa as condições mínimas exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos não perigosos, de forma a proteger adequadamente as coleções hídricas superficiais e subterrâneas próximas, bem como os operadores destas instalações e populações vizinhas;
- NBR 10004:2004: Traz a classificação dos resíduos sólidos;
- NBR 10005:2004: Fixa os requisitos exigíveis para a obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos, visando diferenciar os resíduos classificados pela NBR 10004 como classe I - perigosos - e classe II - não-perigosos;
- NBR 10007:2004: Fixa os requisitos exigíveis para amostragem de resíduos sólidos;
- NBR 15849:2010: Especifica os requisitos mínimos para localização, projeto, implantação, operação e encerramento de aterros sanitários de pequeno porte, para a disposição final de resíduos sólidos urbanos.

### 3.2 ATERRO SANITÁRIO

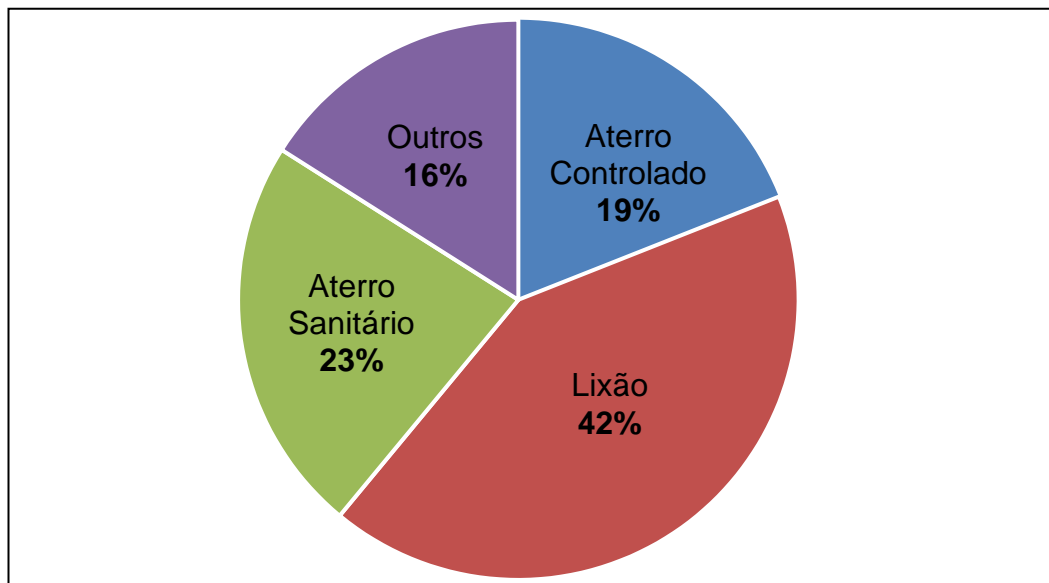
Segundo Albuquerque (2011, p. 315) “um aterro sanitário é definido como aterro de resíduos sólidos urbanos, ou seja, adequado para a recepção de resíduos de origem doméstica, varrição de vias públicas e comércio”. Com isso, toda a estrutura do aterro sanitário deve prever a minimização dos impactos ambientais e na busca pela qualidade de saúde dos indivíduos da localidade. Trata-se então, da técnica mais adequada para disposição final dos resíduos.

No entanto, é importante compreender que muitas técnicas de disposição final de resíduos não trabalham em promover saúde pública e preservar o meio ambiente, entre os quais é possível destacar os lixões e os aterros controlados. Basicamente,

os lixões (ou vazadouros) dispõem o resíduo a céu aberto, sem nenhum critério técnico de manejo, separação e controle, tornando o ambiente um vetor de doenças. Enquanto isso, o aterro controlado possui certa preocupação na minimização de impactos ambientais, mas não trabalha na impermeabilização da base, tornando o solo suscetível à contaminação (ROSA *et al.*, 2017).

A pesquisa mais recente realizada pelo IBGE sobre o saneamento básico deu-se em 2017, porém o estudo se dedicou em apresentar os dados e as estatísticas sobre o abastecimento de água e o esgotamento sanitário. Já a edição de 2008 da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico trouxe dados importantes sobre o manejo e a destinação dos RSU. Sendo assim, a Figura 1 apresenta o cenário dos tipos de destinação final dos resíduos sólidos no Brasil. Vale destacar que em 2008 o Brasil possuía 6.640 unidades de destinação de RSU distribuídas entre vazadouros (lixões), aterros controlados, aterros sanitários e outros.

Figura 1 – Disposição final dos resíduos sólidos urbanos do Brasil de acordo com as unidades de disposição final de resíduos



Fonte: IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2008)

A pesquisa apresentou alguns avanços significativos no processo de destinação final dos resíduos no país em comparação com o estudo de igual finalidade que havia sido realizado em 2000. No entanto, é possível observar que mesmo assim os tipos de unidades de disposição final de resíduos mais presentes no Brasil ainda são os lixões a céu aberto, representando 42% das unidades de destinação final de

RSU. Já os aterros sanitários e os aterros controlados representam 23% e 19% das unidades, respectivamente.

Segundo o que afirmam Conde, Stachiw e Ferreira (2014), os aterros sanitários são metodologias preponderantes no controle dos resíduos sólidos urbanos principalmente por sua capacidade de adaptação nos diversos tipos de localidades e também pelo custo/benefício que os mesmos podem apresentar. Vale citar que o aterro sanitário utiliza diversas técnicas da engenharia para o manejo adequado dos resíduos e, através do tratamento adequado, permite com que os resíduos sejam depositados no solo sem causar dano à saúde pública.

As regulações que apresentam as maneiras de incorporação e funcionamento dos aterros sanitários são apresentadas por meio de normas, como a NBR 10.157:1987 e a NBR 13.896:1997.

A Figura 2 apresenta uma ilustração da estrutura de um aterro sanitário de acordo com as normas vigentes.

Figura 2 – Estrutura de um aterro sanitário



Fonte: Portal Resíduos Sólidos (2010)

Conforme ilustrado na Figura 2, é possível observar que o aterro sanitário é estruturado basicamente por um setor de preparo, um setor de execução e um setor concluído. A execução do projeto desse tipo de aterro deve ser muito bem dimensionada e a principal variável para isso é a quantidade de lixo gerado, tendo em

vista que se um aterro receber uma quantidade de RSU superior à sua capacidade ele se tornará ineficiente no tratamento dos resíduos. Além disso, o alcance de vida útil de um aterro deve ser de no mínimo dez anos (ALVES; TESSARO, CASSINI, 2010).

O processo de preparação do solo na construção de um aterro sanitário é extremamente importante. O solo precisa ser nivelado com solo e selado com argila e PVC, que se mostram eficazes para impermeabilização. Com isso, o lençol freático consegue ser protegido do chorume. Não obstante, o monitoramento constante dos resíduos e do chorume é fundamental, devendo ser empregadas técnicas sanitárias para a cobertura diária do lixo, tratamento dos gases, tratamento do chorume, entre outros (PORTELLA; RIBEIRO, 2014).

Os aterros sanitários também possuem classificações, de acordo as técnicas operacionais utilizadas. Os aterros podem ser classificados como de superfície e de depressão. Nos de superfície, os resíduos são estruturados de maneira plana, através de rampas ou trincheiras, por exemplo. Enquanto nos de depressão, os resíduos são dispostos aproveitando algumas irregularidades geométricas naturais da localidade, como pedreiras, montanhas, lagoas e rios (PORTELLA; RIBEIRO, 2014).

### **3.2.1 Degradação dos resíduos sólidos urbanos**

Dentro do aterro sanitário a degradação dos resíduos sólidos urbanos passa por diversos processos. Segundo Alves, Tessaro e Cassini (2010) é possível dividir esses processos em cinco fases, a saber:

Fase I (Fase de ajustamento inicial) - Esta fase está associada com a disposição recente dos resíduos e início do acúmulo de umidade no interior do aterro, tem curta duração e se caracteriza pela presença de microrganismos aeróbios e facultativos. Os compostos orgânicos biodegradáveis começam a sofrer degradação em condições aeróbias.

Fase II (Fase de transição) - Nesta fase há a transição do ambiente aeróbio para o anaeróbio. Ao final desta fase observam-se concentrações de DQO e ácidos graxos voláteis no lixiviado.

Fase III (Fase de formação de ácidos) - A contínua hidrólise dos resíduos, seguida pela conversão microbiológica dos compostos orgânicos biodegradáveis, resulta na produção dos ácidos graxos voláteis em concentrações bastante elevadas. Uma diminuição do pH é nitidamente observada, o que diminui a solubilização de compostos inorgânicos. Há o

consumo de nutrientes (nitrogênio e fósforo) em função do crescimento dos microrganismos associados à produção de ácidos.

Fase IV (Fase de fermentação) - Durante esta fase, os ácidos intermediários são consumidos pelos microrganismos metanogênicos, sendo convertidos a metano e dióxido de carbono. A carga orgânica do lixiviado decresce e a produção de gases aumenta. O valor do pH é elevado, sendo controlado pela capacidade tampão do sistema e há um importante consumo de nutrientes. Sulfatos e nitratos são reduzidos a sulfeto e amônia, respectivamente. Os metais são removidos do lixiviado por complexação e precipitação.

Fase V (Fase de maturação final) - Nesta fase, a concentração de substratos e nutrientes disponíveis torna-se limitante e a atividade microbiológica reduz significativamente. A produção de gases entra em queda acentuada e o lixiviado apresenta baixa carga orgânica. O oxigênio e espécies oxidadas podem lentamente reaparecer, observando-se um aumento do potencial redox. A degradação de matérias orgânicas resistentes à biodegradação pode ocorrer lentamente e haver formação de moléculas e ácidos húmicos (ALVES; TESSARO; CASSINI, 2010, p. 3).

Vale salientar que em grande parte do processo de decomposição do RSU a degradação anaeróbica é mais predominante. Trata-se de uma degradação bioquímica que acontece a partir de diversas reações com populações bacterianas específicas em cada uma (ALVES; TESSARO, CASSINI, 2010).

### 3.3 CARACTERIZAÇÃO DO CHORUME

O chorume é compreendido como um resíduo líquido obtido a partir da decomposição microbiológica, química e orgânica dos RSU dispostos em um aterro sanitário. Esse líquido apresenta forte coloração e sua composição pode apresentar distintas variabilidades, tendo em vista que isso vai depender de fatores como: o tipo de resíduo que foi depositado, a maneira como ocorreu o seu manejo, a idade do aterro sanitário e os aspectos climáticos, tais como a temperatura e a chuva (MORAIS; SIRTORI; ZAMORA, 2006).

De igual maneira, a NBR 8419:1996 (ABNT, p. 2) determina que o chorume trata-se de um “líquido, produzido pela decomposição de substâncias contidas nos resíduos sólidos, que tem como características a cor escura, o mau cheiro e a elevada DBO (demanda bioquímica de oxigênio)”.

A composição do chorume é vasta, o que acaba tornando-o um material de elevada complexidade. Em suma, o lixiviado é composto de matéria orgânica, compostos orgânicos xenobióticos, microcomponentes inorgânicos e metais



potencialmente tóxicos. Vale destacar que a preocupação com o impacto que o chorume pode causar no ambiente é diretamente justificável devido seus compostos serem altamente prejudiciais à manutenção da vida. Além disso, o tratamento inadequado desse material invalida todo o trabalho desenvolvido pelo aterro sanitário (MORAIS; SIRTORI; ZAMORA, 2006).

Alves, Tessaro e Cassini (2010) destacam que uma das maiores dificuldades no trabalho com o chorume é a sua fácil mudança de característica conforme a idade do aterro sanitário evolui. Além disso, uma das ameaças para que o aterro sanitário deixe de funcionar da maneira correta é o aumento da urbanização e, conseqüentemente, o aumento da geração de resíduos.

### **3.2.1 Amostras de chorume: conceitos e definições**

É primordial compreender as definições e conceitos dos elementos observados nas amostragens que caracterizam o lixiviado. É preciso ter em mente que muitas substâncias podem ser encontradas nas amostragens. As mesmas devem ser avaliadas e comparadas dentro de seus padrões de referência e cálculos específicos para que haja a devida evidenciação da eficácia do tratamento do resíduo. Vale destacar que as condições e padrões do lixiviado para lançamento em efluentes é dado pela Resolução CONAMA nº 413/2011.

Sendo assim, os coliformes totais representam um grupo de bactérias dotadas de bacilos gram-negativos aeróbios e anaeróbios facultativos que se desenvolvem em meio aos sais biliares e outros compostos ativos e possuem a capacidade de fermentar a lactose produzindo ácidos, aldeídos e gás a 36°C. Já os coliformes fecais relacionam-se com as bactérias que possuem capacidade de fermentar a lactose produzindo gás a 44°C, sendo a *Escherichia Coli* a principal representante (RATTI et al, 2011).

A *Escherichia coli* (“*E. coli*”) trata-se de uma bactéria de fácil identificação, sendo compreendida como um grande indicador de contaminação. Encontrada naturalmente no intestino de animais e pessoas, esse tipo de bactéria pode não causar nenhum dano nocivo à saúde. Todavia, algumas cepas podem acabar desenvolvendo infecções (OLIVEIRA et al, 2011).

O pH refere-se ao potencial Hidrogeniônico e normalmente pode ser observado a partir de substâncias aderidas. O pH é obtido através da análise dos parâmetros de íons hidrogênio ( $H^+$ ) que possui um índice que varia entre 0 e 14, se pH abaixo de 7,0 significa que a substância observada é ácida, se pH igual a 7,0 a substância é neutra e se pH acima de 7,0 a substância é básica. Nesse mesmo sentido, a alcalinidade é evidenciada quando o pH da amostra está acima de 7 e é caracterizada pela capacidade da amostra em neutralizar ácidos (RENOVATO; SENA; SILVA, 2013).

As análises da água a 25 °C, em situações comuns, isto é, em seu estado puro, apresenta pH de 7,0. Sendo assim, avaliando as amostras a 25 °C é possível determinar se as mesmas estão em estado ácido ou alcalino através dos resultados obtidos. É importante citar que a Resolução CONAMA nº 357/2005 determina que o índice ideal do pH da água deve estar entre 6,0 e 9,0 para que haja manutenção adequada da vida. Além disso, a Resolução CONAMA nº 430/2011 determina que o pH de efluentes de quaisquer fontes poluidoras para lançamento em um campo receptor deve estar entre 5,0 e 9,0.

O oxigênio dissolvido é tido como um elemento primordial para preservação da vida aquática. Em águas poluídas, as concentrações de oxigênio dissolvido são extremamente baixas, tendo em vista que o mesmo é consumido durante o processo de decomposição da matéria orgânica presente. Nos ambientes em que o oxigênio dissolvido é ausente, há a proliferação de organismos anaeróbicos, que são caracterizados por liberarem substâncias que trazem odor, sabor e aspecto indesejável ao líquido (DINIZ, 2016).

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e a Demanda Química de Oxigênio (DQO) representam os indicadores de poluentes orgânicos do chorume. Enquanto a DBO representa uma medida da massa orgânica biodegradável, a DQO representa uma medida de toda matéria oxidável presente no lixiviado. Sendo assim, a razão DBO/DQO apresenta uma medida da biodegradabilidade do material orgânico e da maturidade do chorume e do aterro (LINS, 2005).

O nitrogênio (N) é um elemento nutricional fundamental a todos os organismos estando presente nos processos bioquímicos que definem a vida, além de ser um componente essencial das proteínas. Esse elemento vem sendo muito estudado nos

últimos anos, tendo em vista sua presença em diversos estados de oxidação em suas diversas formas químicas (CAMPOS, 2011).

O nitrogênio pode ser encontrado em ambientes aquáticos e suas principais variações (ciclos) no que tange ao lixiviado são: nitrato, nitrito e nitrogênio amoniacal. Essas variações juntas representam o nitrogênio total da amostragem. O nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) é compreendido como a forma mineral do nitrogênio predominantemente com cargas negativas nos solos, que favorece a lixiviação. Enquanto o nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) rapidamente é oxidado e transformado em nitrato e é obtido a partir de bactérias e sais. Já o nitrogênio amoniacal ( $\text{N-NH}_3$ ) é a variação do nitrogênio mais presente no início do tratamento dos resíduos, sendo extremamente nocivo ao ambiente, tendo em vista que ele causa déficit de oxigênio, sendo também tóxico para os vertebrados (SANGOI, 2003; CAMPOS, 2011).

A condutividade refere-se à capacidade da amostragem em transferir corrente elétrica devido às cargas positivas (cátions) e cargas negativas (ânions) a partir da separação de substâncias (RENOVATO; SENA; SILVA, 2013).

A cor refere-se à aparência da amostragem que pode possuir origem orgânica ou inorgânica e de ambas concomitantemente. Basicamente, a cor é o resultado da mistura de todos os elementos e substâncias dentro da amostra. Outros elementos que podem influenciar na cor é a presença de metais pesados, tais como manganês e ferro. Vale citar que a cor, por si só, não é um parâmetro para determinação da qualidade de uma amostra, todavia, alguns aspectos são importantes para o trabalho de avaliação, como a expressão “cor verdadeira” para representar uma amostra cuja turbidez foi removida. Além disso, a intensidade da cor influencia significativamente em alguns processos, tal como a fotossíntese (TAVARES, 2011).

A turbidez também pode ser chamada de turvação e está relacionada com o grau de transparência da amostra. A turbidez pode ser alterada pela presença de elementos ou materiais na composição da amostra, interferindo na passagem da luz. No que tange ao chorume, a turbidez pode estar associada com a presença de compostos tóxicos e microrganismos patogênicos (BEZERRA *et al.*, 2017).

A dureza total refere-se à presença de sais de metais alcalinos terrosos, tais como cátions cálcio, magnésio e metais como bário, manganês, ferro e zinco (TAVARES, 2011).

Os materiais sólidos/sedimentáveis podem ser encontrados suspensos ou dissolvidos nos efluentes. Os sólidos suspensos correspondem aos fragmentos de elementos que sofrem o processo de decantação devido à ação da gravidade, ficando assim evidentes. Enquanto isso, os sólidos dissolvidos representam alguns elementos incluídos na água, como bicarbonato e fósforo que não sofrem decantação. Vale destacar que os materiais sólidos dissolvidos podem ser encontrados naturalmente em ambientes aquáticos, sendo os mesmos fundamentais para manutenção vida, todavia, quando a concentração desses sólidos é elevada a densidade da água pode ser prejudicada, o que influencia diretamente no desenvolvimento da vida no local (BELTRAME *et al.*, 2016).

O chorume pode apresentar elevadas concentrações de metais pesados que, por sua capacidade de solubilidade, podem escorrer e infiltrar a camada hídrica superficial ou subterrânea, comprometendo a qualidade local. Os metais pesados são essenciais para o desenvolvimento de diversos tipos de organismos, mas em concentrações baixas. Dentro dos aterros, o monitoramento desses elementos deve ser constante, pois concentrações elevadas danificam o sistema biológico, tornando a área inutilizável. Dentre os principais metais que podem ser observados, citam-se alguns exemplos: chumbo, cobre, ferro e manganês (RIGUETTI, 2015).

Assim como os metais pesados e os ciclos do nitrogênio, alguns parâmetros inorgânicos podem ser analisados nas amostras de chorume, tais como cloreto, cianeto livre, cianeto total, fluoreto e sulfeto. O cianeto ( $\text{CN}^{-1}$ ) é composto por ânion cianeto, sendo um dos agentes mais poluidores de um efluente. O cloreto ( $\text{Cl}^{-1}$ ) e o fluoreto ( $\text{F}^{-1}$ ) são espécies iônicas carregadas negativamente, que trazem parâmetros importantes para determinação da qualidade da amostra. O sulfeto ( $\text{S}^{-2}$ ) pode ser classificado em iônicos ou moleculares e, quando em excesso, podem causar problemas ambientais e de saúde (CASAGRANDE, 2009; SOUZA, 2010).

Os compostos orgânicos que podem ser encontrados nas amostras de chorume são os fenóis, os óleos e graxas. Os fenóis são de fácil absorção no tecido vivo e em concentrações elevadas podem ser tóxicos. Além disso, podem consumir muito DBO, o que pode acabar comprometendo a concentração de oxigênio do receptor de chorume. Já os óleos e graxas são de origem animal, mineral ou vegetal e quando encontrados em concentrações elevadas aumentam a demanda de DBO e

DQO, o que também acaba prejudicando a biota aquática. (PELEGRINI *et al.*, 2011; KICH; BÖCKEL, 2017).

Outros compostos orgânicos poluentes que também podem ser identificados nas amostras são: benzeno, clorofórmio, dicloroetano, estireno, etilbenzeno, tetracloreto de carbono, tolueno, tricloroetano e xilenos. A respeito desses compostos, Lima (2008) cita que:

Os compostos orgânicos presentes no chorume percolam e lixiviam através do solo para o subsolo e corpos d'água. As substâncias orgânicas são oxidadas pelo oxigênio dissolvido e, conseqüentemente, acarretam em um decréscimo do mesmo na água. Quando, no aterro novo, as quantidades de águas das chuvas são muitas, estas solubilizam substâncias presentes nos resíduos sólidos, principalmente os compostos orgânicos. O chorume produzido então apresentará um pH ácido, alta DBO, alta DQO e diversos compostos potencialmente tóxicos (LIMA, 2008, p. 37).

Sendo assim, a avaliação dos níveis desses compostos se mostra relevante para determinação da qualidade do efluente cujo qual o chorume é depositado.

## 4 METODOLOGIA

Esse estudo trata-se de uma abordagem quantitativa com objetivo exploratório e com natureza de pesquisa aplicada, por meio de observações de campo e dados quantitativos a respeito dos parâmetros de tratamento do chorume de um aterro sanitário do município de Ariquemes-RO.

Inicialmente, a pesquisa se orientou pelo levantamento de dados em campo e documentos gentilmente fornecidos pelo órgão responsável no Gerenciamento do Aterro Sanitário. Posteriormente, foi realizada a análise descritiva dos mesmos e a sua comparação com as normas e legislações vigentes a respeito do tratamento do chorume.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

O aterro sanitário está localizado no município de Ariquemes-RO, que segundo o Censo Demográfico de 2010, realizado pelo IBGE possui uma população de 108.460 pessoas. Atualmente, o instituto estima a população do município em 109.523 habitantes. O aterro atende a de manda urbana e rural do município, além do distrito Bom Futuro e de mais 14 municípios que são integrantes do Consórcio Intermunicipal de Saneamento da Região Central de Rondônia (CISAN).

O aterro sanitário de Ariquemes está localizado na Linha C 60, gleba 20, lote 13, a cerca de 8 km de distância do centro urbano do município. A instalação possui uma total de 17 hectares, com vida útil prevista para o ano de 2030. Dessa área, 4 hectares encontram-se impermeabilizados para disposição e aterramento de resíduos, 3 hectares estão destinados às lagoas de tratamento do efluente líquido, aproximadamente 3 hectares representam a área de reserva legal e o restante é utilizado para escavações e instalações de benfeitorias. Essa estruturação é apresentada na Figura 3.

Figura 3 – Extensão do aterro sanitário de Ariquemes



Fonte: Adaptado do Google Earth (2020)

Segundo dados do Plano Regional de Gestão Associada e Integrada de Resíduos Sólidos elaborado pelo CISAN em 2013, as estimativas de geração de RSU no município de Ariquemes em 2021 são de 23520,784 toneladas/ano, sendo 1960,01 toneladas/mês e 65,3 toneladas/dia.

Quanto à operação do aterro, diariamente, os resíduos urbanos coletados nos municípios são dispostos na célula em operação (Figura 4), seguido do espalhamento deste material em camadas de aproximadamente 2 metros de altura. Posteriormente, a massa de sólidos é compactada e coberta com uma camada de solo (Figura 5).

Figura 4 – Célula em operação



Fonte: CISAN (2021)

Figura 5 – Operação do aterro



Fonte: CISAN (2021)

O chorume oriundo do processamento é captado através de drenos, que encaminham o lixiviado até o sistema de lagoas. O sistema de drenos é construído em forma de “espinha de peixe”, contendo dreno principal, associado a tubulações secundárias. Nos drenos, utiliza-se pedra rachão e a membrana geotêxtil, impedindo a intrusão do solo na tubulação.

Observa-se que o sistema possui 4 lagoas, conforme Figura 6.

Figura 6 – Sistema de tratamento do chorume



Fonte: Adaptado do Google Earth (2020)



As duas primeiras são anaeróbias, sendo que a primeira se destina à contribuição do chorume das células em operação (Figura 7) e a segunda destinada ao efluente produzido das células já encerradas (Figura 8).

Figura 7 – Lagoa anaeróbia das células abertas do aterro sanitário



Fonte: CISAN (2021)

Figura 8 – Lagoa anaeróbia das células fechadas do aterro sanitário



Fonte: CISAN (2021)

A terceira lagoa (Figura 9) trata-se de uma lagoa facultativa. A quarta e última lagoa do sistema de tratamento (Figura 10), trata-se de uma lagoa de polimento.

Figura 9 – Lagoa facultativa do sistema de lagoas do aterro sanitário



Fonte: CISAN (2021)

Figura 10 – Lagoa seca do sistema de lagoas do aterro sanitário



Fonte: CISAN (2021)

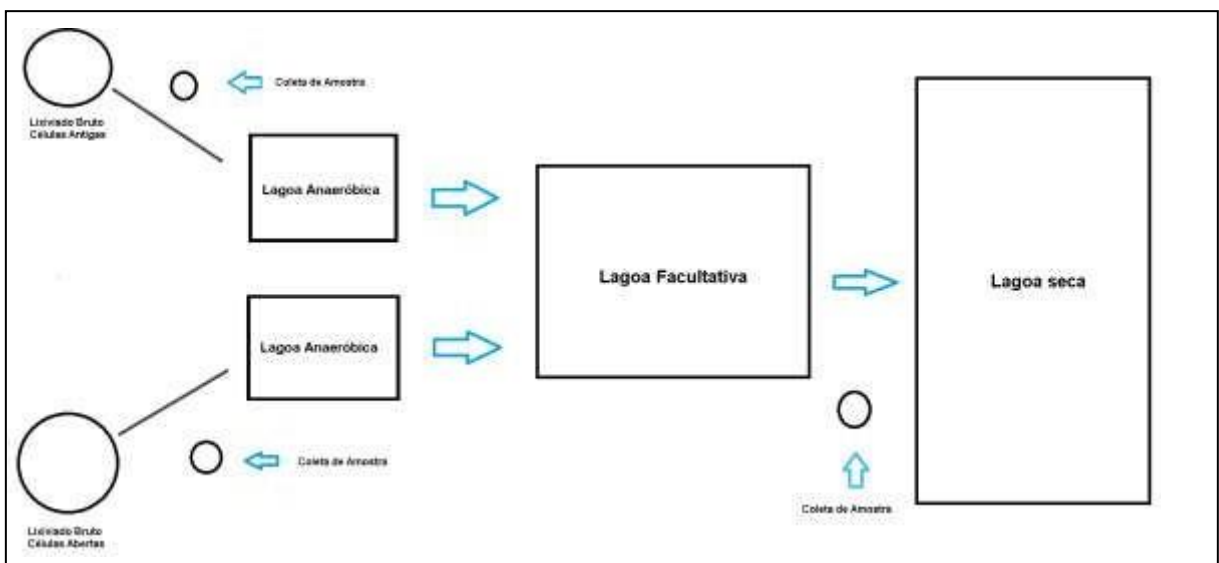
### 4.3 CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE E QUANTIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE TRATAMENTO

Foram utilizados dois Relatórios Técnicos de Ensaio realizados e disponibilizados pelo CISAN:

- O primeiro relatório (Anexo A) trata-se do Relatório Técnico de Ensaio nº 1019.2021.B- V.0, referente ao efluente extraído do poço de acumulação em 30/01/2021. Essa amostra denomina-se efluente bruto. A conclusão da amostra ocorreu em 09/02/2021 e a conferência foi realizada em 15/02/2021.
- O segundo relatório (Anexo B) trata-se do Relatório Técnico de Ensaio nº 1229.2021.B- V.0, referente ao efluente extraído da saída da lagoa facultativa em 20/01/2021. Essa amostra denomina-se efluente tratado. A conclusão da amostra ocorreu em 10/02/2021 e a conferência foi realizada em 16/02/2021.

A Figura 11 caracteriza os pontos de amostragem, referente ao efluente aos relatórios número 1 e número 2 mencionados anteriormente.

Figura 11 – Representação dos pontos de coleta



Fonte: elaborado pelo autor

A avaliação do desempenho do sistema de tratamento foi calculada para obtenção da eficiência de remoção dos parâmetros analisados, exceto pH, utilizando-se a equação de eficiência geral (VON SPERLING, 2002).

$$E = \frac{C_o - C_e}{C_o} * 100$$

Onde:

E = Eficiência de remoção (%);

Co = valor do parâmetro no efluente bruto;

Ce = valor do parâmetro no efluente tratado.

Com as eficiências obtidas, foi realizado a comparação dos resultados com limites exigidos na Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011, que normatizam o lançamento de efluentes no meio ambiente.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme levantamento de dados realizado através dos Relatórios Técnicos de Ensaio do CISAN, foi possível expressar os resultados observados, bem como realizar os cálculos da eficiência de remoção de cada parâmetro avaliado nas amostras de efluentes.

A relação dos parâmetros foi organizada em três grandes tabelas, de acordo com os tipos de elementos mensurados no estudo, a saber: Tabela 1 – Parâmetros físico-químicos e microbiológicos; Tabela 2 – Parâmetros dos metais pesados; Tabela 3 – Parâmetros orgânicos.

Sendo assim, a Tabela 1 abaixo apresenta os resultados e a eficiência de remoção dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos das amostragens.

Tabela 1 – Parâmetros físico-químicos e microbiológicos

Parâmetro	Resultado - Poço de Acumulação	Resultado - Saída Lagoa Facultativa	Parâmetro de lançamento	Eficiência de remoção (%)
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5) (mg L <sup>-1</sup> )	2120,20 mg/L	118,0 mg/L	120,0 mg/L - 60% (1)	94,4%
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	4302,80 mg/L	335,40 mg/L	N.A	92,2%
Alcalinidade total	8217,0 mg/L	229,2 mg/L	N.A	97,2%
Oxigênio dissolvido	0,80 mg/L	2,50 mg/L	N.A	0,0%
pH a 25°C	7,50	7,10	de 5,00 a 9,00	-
Sulfeto	2,80 mg/L	0,38 mg/L	até 1,00 mg/L	86,4%
Dureza total	1007,00 mg/L	422,10 mg/L	N.A	58,1%
Cloreto	1010,20 mg/L	165,40 mg/L	N.A	83,6%
Condutividade a 25°C	6473,0 µS/cm	615,2 µS/cm	N.A	90,5%
Cor aparente	>500 mg Pt/L	350,0 mg Pt/L	N.A	-
Materiais sólidos/sedimentáveis	68,2 mL/L	0,3 mL/L	até 1,0 mL/L	99,6%
Sólidos suspensos totais	1420,30 mg/L	210,50 mg/L	N.A	85,2%
Sólidos totais dissolvidos	1412,0 mg/L	308,2 mg/L	N.A	78,2%
Temperatura da amostra	28,5°C	28,6°C	< 40°C	0,0%
Turbidez	> 1000 uT	168,30 uT	N.A	-
Fluoreto	2,72 mg/L	1,60 mg/L	até 10,00 mg/L	41,2%

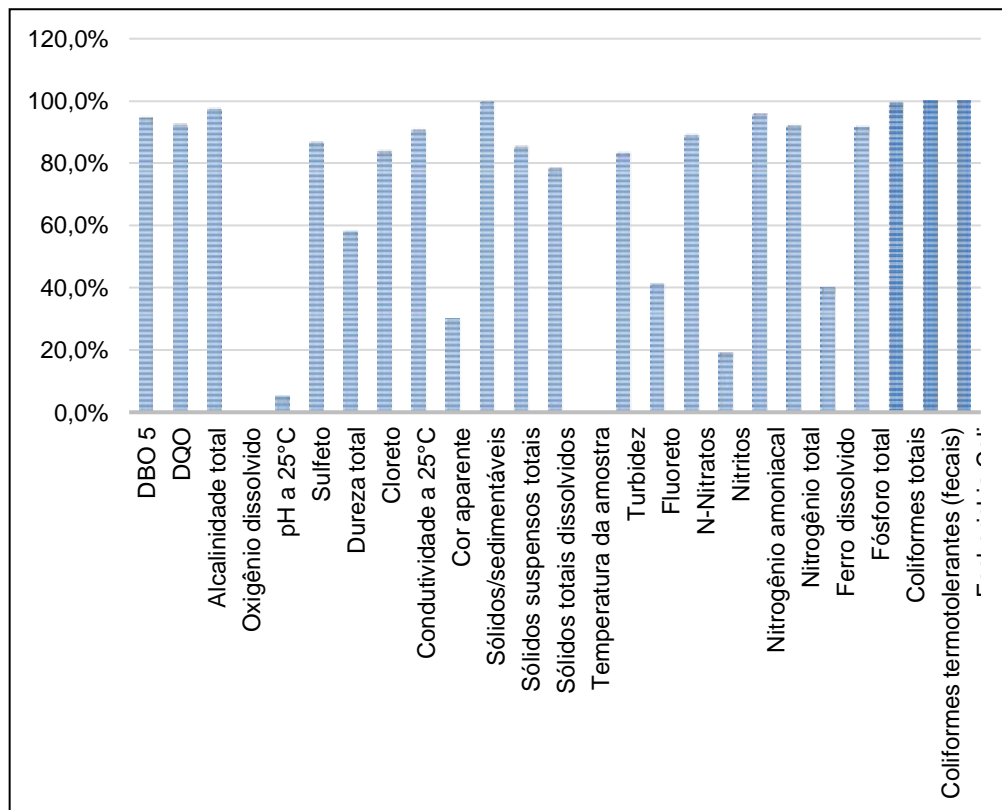
Continuação Tabela 1

Parâmetro	Resultado - Poço de Acumulação	Resultado - Saída Lagoa Facultativa	Parâmetro de lançamento	Eficiência de remoção (%)
N-Nitratos	38,20 mg/L	4,30 mg/L	N.A	88,7%
Nitritos	0,52 mg/L	0,42 mg/L	N.A	19,2%
Nitrogênio amoniacal	392,10 mg/L	17,52 mg/L	até 20,00 mg/L	95,5%
Nitrogênio total	582,30 mg/L	47,26 mg/L	N.A	91,9%
Ferro dissolvido	1,40 mg/L	0,84 mg/L	até 15,00 mg/L	40,0%
Fósforo total	98,20 mg/L	8,33 mg/L	N.A	91,5%
Contagem coliformes totais	2,5x10 <sup>6</sup> NMP/100mL	2,2x10 <sup>4</sup> NMP/100mL	N.A	99,1%
Contagem coliformes termotolerantes (fecais)	4,5x10 <sup>5</sup> NMP/100mL	9,6x10 <sup>2</sup> NMP/100mL	N.A	99,8%
Contagem <i>Escherichia Coli</i>	3,5x10 <sup>5</sup> NMP/100mL	3,3x10 <sup>2</sup> NMP/100mL	N.A	99,9%

Fonte: Adaptado de CISAN (2021).

A Figura 12 expressa as porcentagens da eficiência de remoção dos elementos da Tabela 1 após a disposição final do efluente na lagoa.

Figura 12 – Eficiência de remoção dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos



Fonte: Autoria própria (2021)

No que tange aos principais resultados, é interessante discutir que a Demanda Química de Oxigênio (DQO) apresentou uma eficiência de remoção esperada para o processo, de 92,2%. Griebler (2014) salienta que essa redução é esperada devido à degradação biológica ocorrida nos sistemas pelos quais o efluente percorre.

De maneira semelhante, a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) diminuiu de maneira eficiente (remoção de 94,4%). A concentração de DBO ao final do processo (118 mg/L) apresenta-se próxima ao limite estabelecido na Resolução CONAMA nº 430/2011, que é de 120 mg/L, estando então em condições adequadas para o lançamento.

A alcalinidade total obteve uma redução excelente, de 97,2%. De acordo com Tavares (2011), a alcalinidade está relacionada com elementos como bicarbonatos, silicatos e fosfatos. Apesar desses elementos não serem avaliados nas amostragens, é possível observar que o fósforo total possuiu uma eficiência de remoção de 91,5%, o que pode estar relacionado com a redução pontual da alcalinidade.

O oxigênio dissolvido apresentou um aumento considerável após o tratamento do efluente, visto que no início apresentava concentração de 0,80 mg/L e passou a apresentar concentração de 2,50 mg/L. O aumento se deu em decorrência do sistema anaeróbico da lagoa inicial, onde o efluente, teoricamente, sai sem oxigênio do aterro. Quando o efluente não está tratado, existe uma grande quantidade de microrganismos, que trabalham em consumir o oxigênio do local, por isso a concentração é tão baixa. Quando o efluente é transferido para lagoa facultativa, há a presença de algas no local que trabalham no aumento do oxigênio.

Outro parâmetro que sofreu grande redução foi o sulfeto (remoção de 86,4%). Os sulfetos são resultados da decomposição da matéria orgânica, bastante característico no lixiviado. Libânio (2002) apresenta que tal fator decorre da decomposição anaeróbica, onde ocorre a oxidação deste elemento. Essa oxidação não depende do oxigênio, visto que o mesmo está reduzido, algo que pode ser verificado através da concentração de oxigênio dissolvido, que no efluente bruto apresentava baixa concentração. Cabe citar que a concentração final de sulfeto (0,38 mg/L) se mostrou coerente e dentro dos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 430/2011, que estabelece concentração máxima de 1,00 mg/L.

A dureza total apresentou uma eficiência de remoção de 58,1%. Segundo Tavares (2011), essa redução se dá especialmente pela relação com cálcio magnésio, onde ocorre a precipitação química, que consiste na adição de cal e carbono de sódio, que reagem no efluente precipitando elementos como o cálcio e o magnésio.

A condutividade no poço de acumulação estava extremamente elevada, sendo reduzida drasticamente na saída da lagoa (eficiência de remoção de 90,5%). Lessa (2017) destaca que a condutividade do efluente está diretamente ligada com os sólidos dissolvidos, de maneira que se um está elevado, o outro também estará e vice-versa. Essa redução é observada devida a ação dos sólidos dissolvidos em influenciar diretamente na variabilidade dos íons observados no chorume. Este parâmetro também sofre influência da salinidade (sódio) (LESSA, 2017).

Tal fator pode ser comprovado ao avaliar os sólidos totais dissolvidos, que apresentou uma redução de 78,2%, caminhando assim de maneira concomitante com a redução da condutividade.

Por fim, a respeito das concentrações de nitrogênio, é possível observar que houve diminuição satisfatória da concentração de nitrogênio total (remoção de 91,9%). No entanto, ao analisar os elementos separadamente compreende-se que apenas os nitratos reduziram consideravelmente (remoção de 88,7%). Enquanto isso, os nitritos apresentaram uma redução de apenas 19,2%. Já o nitrogênio amoniacal apresentou uma redução de 95,5% (concentração de 17,52 mg/L) e apesar disso, considera-se que o mesmo ainda está elevado mesmo estando dentro dos parâmetros estabelecidos na Resolução CONAMA nº 430/2011 (parâmetro de lançamento de até 20,00 mg/L).

A Tabela 2 apresenta os resultados dos parâmetros dos metais pesados avaliados nas amostragens.

Tabela 2 – Parâmetros dos metais pesados

Parâmetro	Resultado - Poço de Acumulação	Resultado - Saída Lagoa Facultativa	Parâmetro de lançamento	Eficiência de remoção (%)
-----------	--------------------------------	-------------------------------------	-------------------------	---------------------------

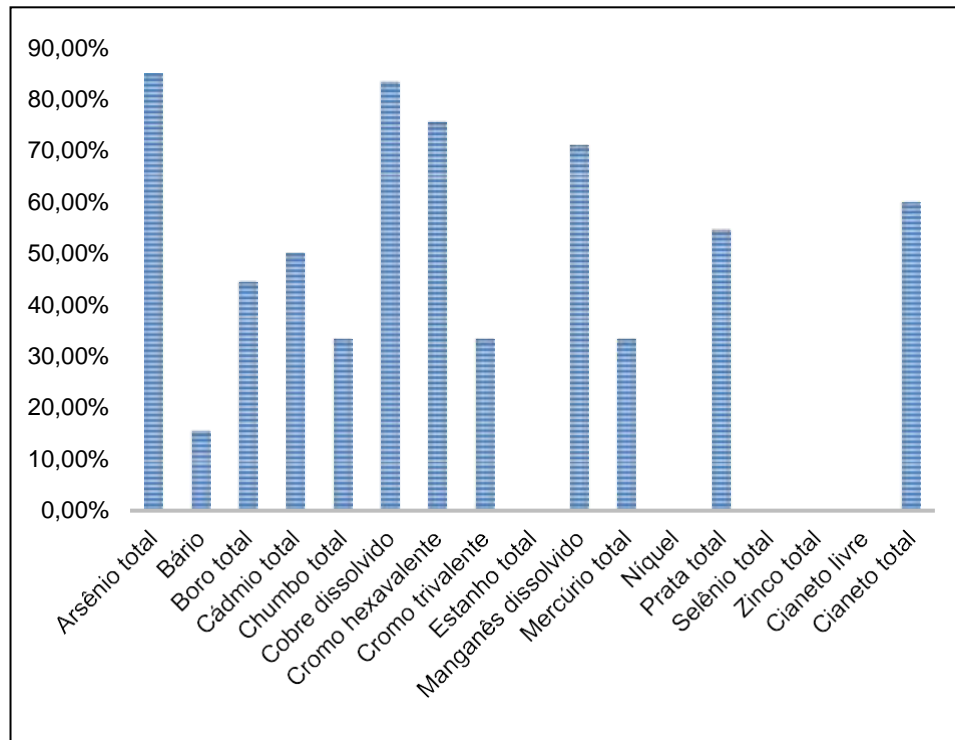


Arsênio total	0,01 mg/L	<0,0015 mg/L	até 0,50 mg/L	85,00%
Bário	0,201 mg/L	0,17 mg/L	até 5,000 mg/L	15,42%
Boro total	0,18 mg/L	<0,10 mg/L	até 5,000 mg/L	44,44%
Cádmio total	0,004 mg/L	<0,002 mg/L	até 0,200 mg/L	50,00%
Chumbo total	0,03 mg/L	<0,02 mg/L	até 0,50 mg/L	33,33%
Cobre dissolvido	0,012 mg/L	<0,002 mg/L	até 1,000 mg/L	83,33%
Cromo hexavalente	0,082 mg/L	<0,02 mg/L	até 0,100 mg/L	75,60%
Cromo trivalente	0,03 mg/L	<0,02 mg/L	até 1,00 mg/L	33,33%
Estanho total	0,02 mg/L	<0,02 mg/L	até 4,00 mg/L	0,00%
Manganês dissolvido	0,90 mg/L	0,26 mg/L	até 1,00 mg/L	71,11%
Mercúrio total	0,006 mg/L	0,004 mg/L	até 0,010 mg/L	33,33%
Níquel	<0,003 mg/L	<0,003 mg/L	até 2,000 mg/L	0,00%
Prata total	0,011 mg/L	0,005 mg/L	até 0,100 mg/L	54,54%
Selênio total	<0,004 mg/L	<0,004 mg/L	até 0,30 mg/L	0,00%
Zinco total	<0,10 mg/L	<0,10 mg/L	até 5,00 mg/L	0,00%
Cianeto livre	0,05 mg/L	<0,05 mg/L	até 0,200 mg/L	0,00%
Cianeto total	0,08 mg/L	<0,05 mg/L	até 1,00 mg/L	60,00%

Fonte: Adaptado de CISAN (2021)

A Figura 13 expressa as porcentagens da eficiência de remoção dos elementos da Tabela 2 após a disposição final do efluente na lagoa.

Figura 13 – Eficiência de remoção dos parâmetros dos metais pesados



Fonte: Autoria própria (2021)

Quanto aos metais pesados dosados nas amostras do poço de acumulação e do poço de saída da lagoa do aterro sanitário de Ariquemes, os valores médios observados para cada metal pesado ao final do processamento do chorume apresentaram conformidade com a Resolução CONAMA n° 430/2011. O alcance do parâmetro de lançamento adequado se mostra fundamental para um resultado positivo da qualidade do efluente.

Ao realizar a comparação dos valores observados em ambos os poços de disposição dos efluentes, alguns metais pesados não apresentaram diferenças significativas, tais como o Bário (remoção de 15,42%), o Chumbo total (remoção de 33,33%), o Cromo trivalente (remoção de 33,33%) e o Mercúrio total (remoção de 33,33%).

Outros elementos apresentaram eficiência de remoção de 0,0%, a saber: Estanho total, Níquel, Selênio total, Zinco total e Cianeto livre. Apesar disso, esses metais pesados mantiveram-se com as concentrações dentro do que está estabelecido na Resolução CONAMA n° 430/2011.

Alguns metais pesados chamam atenção devida à eficiência de remoção alta, evidenciado pela redução pontual de suas concentrações, a saber: Arsênio total

(eficiência de remoção de 85%), Cobre dissolvido (eficiência de remoção de 83,33%), Cromo hexavalente (eficiência de remoção de 75,60%) e Manganês dissolvido (eficiência de remoção de 71,11%).

Celere et al (2007) apresentam que a presença pontual de cádmio, chumbo e cobre em amostras de chorume pode sugerir que o aterro sanitário recebe quantidades significativas de metais ferrosos e eletroeletrônicos, baterias, lâmpadas e pilhas. Cabe citar que mesmo no poço de acumulação esses elementos não apresentaram valores superiores aos estabelecidos na resolução.

Em suma, observa-se que o tratamento do chorume no aterro sanitário de Ariquemes, no que tange aos metais pesados, conseguiu ser desenvolvido de uma eficiente, tendo em vista que todos os elementos apresentaram concentração adequada para o lançamento de efluentes.

A Tabela 3 apresenta os resultados dos parâmetros orgânicos avaliados nas amostragens.

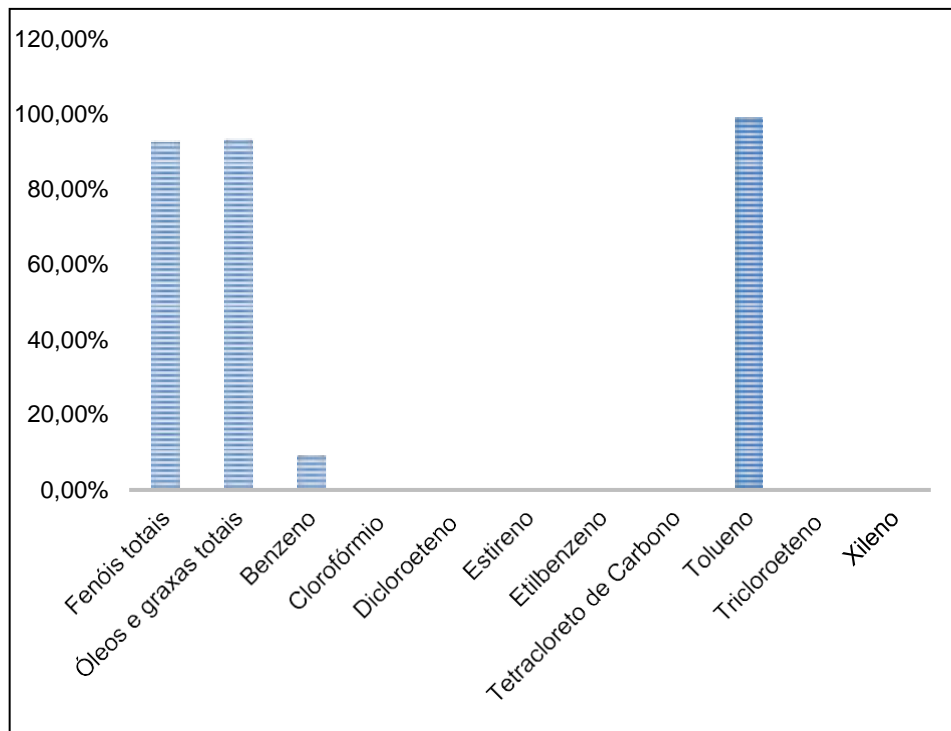
Tabela 3 – Parâmetros orgânicos

Parâmetro	Resultado - Poço de Acumulação	Resultado - Saída Lagoa Facultativa	Parâmetro de lançamento	Eficiência de remoção (%)
Fenóis totais	4,32 mg/L	0,32 mg/L	até 0,50 mg/L	92,60%
Óleos e graxas totais	167,30 mg/L	11,50 mg/L	até 100,00 mg/L	93,12%
Benzeno	<0,012 mg/L	<0,001 mg/L	até 1,20 mg/L	9,16%
Clorofórmio	<0,015 mg/L	<0,015 mg/L	até 1,00 mg/L	0,00%
Dicloroetano (somatório de 1,1 + 1,2 cis + 1,2 trans)	<0,00613 mg/L	<0,0103 mg/L	até 1,000 mg/L	0,00%
Estireno	<0,005 mg/L	<0,005 mg/L	até 0,07 mg/L	0,00%
Etilbenzeno	<0,043 mg/L	<0,043 mg/L	até 0,84 mg/L	0,00%
Tetracloroeto de Carbono	<0,00239 mg/L	<0,00239 mg/L	até 1,00000 mg/L	0,00%
Tolueno	<0,120 mg/L	<0,001 mg/L	até 1,20 mg/L	99,16%
Tricloroetano	<0,00256 mg/L	<0,00256 mg/L	até 1,00000 mg/L	0,00%
Xileno	<0,024 mg/L	<0,024 mg/L	até 1,600 mg/L	0,00%

Fonte: Adaptado de CISAN (2021)

A Figura 14 expressa as porcentagens da eficiência de remoção dos elementos da Tabela 3 após a disposição final do efluente na lagoa.

Figura 14 – Eficiência de remoção dos parâmetros dos metais pesados



Fonte: Autoria própria

A maioria dos elementos orgânicos avaliados na amostragem não sofreram alterações, onde as concentrações permaneceram as mesmas em ambos os poços de disposição do efluente. Sendo assim, os valores de Clorofórmio, Estireno, Etilbenzeno, Tetracloroeto de carbono, Tricloroeteno e Xileno apresentaram uma eficiência de remoção de 0,0%. No entanto, ainda sim apresentaram concentrações adequadas de acordo com a Resolução CONAMA nº 430/2011.

A concentração de Dicloroeteno também apresentou eficiência de remoção de 0,0%. Todavia, neste caso houve um aumento da concentração do elemento: no poço de acumulação a concentração era de <math><0,00613 \text{ mg/L}</math> e na saída da lagoa a concentração era de <math><0,0103 \text{ mg/L}</math>. Mesmo com o aumento, a concentração de Dicloroeteno no efluente ainda se manteve dentro do limite para o lançamento (parâmetro de lançamento de até 1,000 mg/L).

Cabe citar que a concentração de Benzeno não apresentou redução significativa (remoção de 9,16%).

Os elementos que apresentaram maiores percentuais de remoção foram: Tolueno (remoção de 99,16%), Óleos e graxas totais (remoção de 93,12%) e os fenóis totais (remoção de 92,60%). Essas remoções são consideradas satisfatórias e esperadas para o tratamento.

De acordo com Bittar *et al.* (2017) o tolueno está diretamente ligado com a presença de combustíveis, tintas e solventes. Além disso, quando há a presença de tolueno, há também o aumento da DBO, visto que esse elemento é volátil. Ao observar o aumento da concentração de oxigênio dissolvido no poço de lançamento, é possível compreender a diminuição satisfatória do tolueno.

Enquanto isso, os óleos e graxas possuem relação direta com os resíduos das cozinhas dos domicílios. Sua redução pontual além de estar ligada com a DBO, também pode estar ligada com a DBQ, uma vez que concentrações elevadas de óleos e graxas aumentam a DBO e a DBQ do efluente, conforme salientam Kich e Böckel, 2017. Pelegrini *et al.* (2011) também citam a relação dos fenóis totais com a DBO, visto que tais elementos a consome bastante. Evidentemente, tal fator pode ser comprovado ao observar a diminuição concomitante da DBO e da DBQ das amostras.

Ao observar todos os aspectos avaliados nas amostragens, fica evidente a importância de pesquisas nesse sentido, devido a possibilidade de determinar a eficiência dos métodos de tratamento estudado (neste caso o aterro sanitário). Sendo assim, compreende-se que é fundamental a continuidade dessa pesquisa para outros pesquisadores, uma vez que fatores como a idade do aterro e a quantidade de resíduos recebidos estão estritamente ligados com a eficiência do tratamento.

## CONCLUSÕES

Esse estudo buscou avaliar a eficiência das lagoas de tratamento de chorume do aterro sanitário no município de Ariquemes-RO. Para tanto, foram utilizados os resultados dos relatórios técnicos de amostragens dos efluentes no poço de acumulação e na saída da lagoa facultativa, disponibilizado pelo CISAN (Consórcio Intermunicipal de Saneamento da Região Central de Rondônia), que é a instituição responsável pela administração do aterro.

Ao avaliar os relatórios, foi possível determinar a eficiência de remoção de cada elemento identificado nas amostras. Compreende-se que a eficiência de remoção dos elementos possui características eminentes aos mesmos, onde alguns apresentaram altos percentuais, enquanto outros apresentaram baixo ou nenhum percentual de remoção.

As concentrações finais dos elementos físico-químicos e microbiológicos, metais pesados e orgânicos foram comparadas com os padrões e limites estabelecidos na Resolução CONAMA nº 430/211, que determina as condições e padrões de lançamento de efluentes. Dessa maneira, foi possível determinar que todos os elementos das amostragens apresentaram concentrações ao final do tratamento em conformidade com a resolução.

Sendo assim, salienta-se a eficiência do aterro no processo de tratamento dos RSU. Reforça-se também a importância do aterro para região central do Estado de Rondônia, levando em consideração os municípios aos quais o mesmo atende e também em decorrência da necessidade de novos empreendimentos como o tal se perpetue no país.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, J. B. Torres de. Resíduos sólidos. Leme: Independente, 2011.

ALVES, Laura Ranincheski; TESSARO, Isabel Cristina; CASSINI, Aline Schilling. Estudo do aumento da biodegradabilidade de chorume de aterro sanitário. Seminário do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, 2010, Porto Alegre.

**Anais.** Porto Alegre, 2010. Disponível em:

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/32115/000784175.pdf?sequence=1>. Acesso em: 15 abr. 2021.

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais.

**Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil 2020.** São Paulo: Abrelpe, 2020.

Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>. Acesso em: 30 mar. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419:** Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13896:** Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004:** Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10005:** Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólido. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10007:** Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15849:** Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento. Rio de Janeiro, 2010.

BELTRAME, Thiago F. et al. Efluentes, resíduos sólidos e educação ambiental: Uma discussão sobre o tema. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 283-294, 2016. Disponível em:

<https://periodicos.ufsm.br/index.php/reget/article/view/15827>. Acesso em: 16 abr. 2021.

BEZERRA, Nycolle Nailde de Oliveira et al. Análise de remoção de cor e turbidez em lixiviado através de coagulação com biocagulante a base de moringa. **Congresso ABES FENASAN 2017.** Recife, 2017. Disponível em:

<http://abes.locaweb.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento36/TrabalhosCompletoPDF/III-144.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2021.

BITTAR, Bruno Dalledone et al. Avaliação do efluente final de um aterro sanitário utilizando análise multivariada. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 8, n. 4, p. 143-153, 2017. Disponível em: <http://www.sustenere.co/index.php/rica/article/view/1646>. Acesso em: 07 jun. 2021.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico [...]. Poder Executivo, Brasília, 2007.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Poder Executivo, Brasília, 2010.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000 [...]. Poder Executivo, Brasília, 2020.

CAMPOS, Ana Paula. **Enriquecimento e caracterização de bactérias anammox para a remoção de nitrogênio amoniacal de efluentes**. 2011. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/ENGD-8KCQZ3>. Acesso em: 30 mar. 2021.

CASAGRANDE, Delci Fátima Meneghetti. **Minimização de impactos ambientais da indústria galvânica através do uso de soluções livres de cianeto**. 2009. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Centro Universitário Feevale, Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental. Novo Hamburgo, 2009. Disponível em: <https://aplicweb.feevale.br/site/files/documentos/pdf/28071.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2021.

CELERE, Marina Smidt et al. Metais presentes no chorume coletado no aterro sanitário de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, e sua relevância para saúde pública. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 23, p. 939-947, 2007. Disponível em: [https://www.scielo.org/article/ssm/content/raw/?resource\\_ssm\\_path=/media/assets/csp/v23n4/20.pdf](https://www.scielo.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/csp/v23n4/20.pdf). Acesso em: 07 jun. 2021.

CONDE, Thassiane Telles; STACHIW, Rosalvo; FERREIA, Elvino. Aterro sanitário como alternativa para a preservação ambiental. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia/Brazilian Journal of Science of the Amazon**, Porto Velho, v. 3, n. 1, p. 69-80, 2014. Disponível em: <https://periodicos.unir.br/index.php/rolimdemoura/article/view/1183>. Acesso em: 31 mar. 2021.

Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente: CONAMA. Brasília, 2005. Disponível em:



<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 04 abr. 2021.

Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Ministério do Meio Ambiente: CONAMA. Brasília, 2011. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 04 abr. 2021.

Consórcio Intermunicipal de Saneamento da Região Central de Rondônia. **Plano Regional de Gestão Associada e Integrada de Resíduos Sólidos**. CISAN. 2013. Disponível em: <https://cisancentral.ro.gov.br/central/wp-content/uploads/2020/07/PLANO-REGIONAL-DE-GEST%C3%83O-ASSOCIADA-E-INTEGRADA-compactado.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2021.

DINIZ, Laura Carolina Cruz. **Avaliação do impacto do chorume produzido pelo aterro sanitário da cidade de Ponta Grossa na qualidade das águas da bacia do rio Cará-Cará**. 2016. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2016. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/7464>. Acesso em: 04 abr. 2021.

GOUVEIA, Nelson. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & saúde coletiva**, São Paulo, v. 17, p. 1503-1510, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/csc/2012.v17n6/1503-1510/pt/>. Acesso em: 30 mar. 2021.

GRIEBLER, Cleudimar. **Estudo de aplicação do método físico-químico para tratamento do chorume do Aterro Sanitário da Canhanduba em Itajaí (SC)**. 2014. 94 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade do Vale do Itajaí. Itajaí, 2014. Disponível em: <http://siaibib01.univali.br/pdf/Cleudimar%20Griebler.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, PNSB – 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/30/84366>. Acesso em: 30 mar. 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, PNSB – 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2021.

KICH, Marina; BÖCKEL, Wolmir José. Análise de óleos e graxas em efluentes por espectrofotometria. **Estação Científica (UNIFAP)**, Macapá, v. 7, n. 3, p. 61-69, 2017. Disponível em: <https://periodicos.unifap.br/index.php/estacao/article/view/3504>. Acesso em: 16 abr. 2021.

LESSA, Ana Carolina Vilar. **Caracterização do chorume do Centro de Gerenciamento de Resíduos de Sergipe**. 2017. 38 f. Trabalho de Conclusão de curso – Instituto Federal de Sergipe. Aracajú, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ifs.edu.br/biblioteca/handle/123456789/616>. Acesso em: 27 mai. 2021.

LIBÂNIO, Paulo Augusto Cunha. **Avaliação da eficiência e aplicabilidade de um sistema integrado de tratamento de resíduos sólidos urbanos e de chorume**. 2002. 175 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2002. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Paulo\\_Augusto\\_Libanio/publication/268262262\\_AVALIACAO\\_DA\\_EFICIENCIA\\_E\\_APLICABILIDADE\\_DE\\_UM\\_SISTEMA\\_INTEGRADO\\_DE\\_TRATAMENTO\\_DE\\_RESIDUOS\\_SOLIDOS\\_URBANOS\\_E\\_DE\\_CHORUME/links/553fb9860cf2320416ec3263/AVALIACAO-DA-EFICIENCIA-E-APLICABILIDADE-DE-UM-SISTEMA-INTEGRADO-DE-TRATAMENTO-DE-RESIDUOS-SOLIDOS-URBANOS-E-DE-CHORUME.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Paulo_Augusto_Libanio/publication/268262262_AVALIACAO_DA_EFICIENCIA_E_APLICABILIDADE_DE_UM_SISTEMA_INTEGRADO_DE_TRATAMENTO_DE_RESIDUOS_SOLIDOS_URBANOS_E_DE_CHORUME/links/553fb9860cf2320416ec3263/AVALIACAO-DA-EFICIENCIA-E-APLICABILIDADE-DE-UM-SISTEMA-INTEGRADO-DE-TRATAMENTO-DE-RESIDUOS-SOLIDOS-URBANOS-E-DE-CHORUME.pdf). Acesso em: 06 jun. 2021.

LIMA, Evaneide Nascimento. **Caracterização e estudo do comportamento térmico de chorume, de composto maturado e derivados**. 2008. 151 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Araraquara, 2008. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/105737>. Acesso em: 16 abr. 2021.

LINS, Manuela Cristina Mota. **Avaliação microbiológica e fitotóxica do chorume da estação de tratamento do aterro sanitário da Muribeca – PE**. 2005. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2005. Disponível em: [https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/1608/1/arquivo4492\\_1.pdf](https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/1608/1/arquivo4492_1.pdf). Acesso em: 04 abr. 2021.

MATIAS, Gisele Adelita; SOBRINHO, Maurício Alves da Motta. Tratamento e refuncionalização de solo contaminado por lixiviado de aterro sanitário. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 5, 2020. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522020005008204&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522020005008204&script=sci_arttext&tlng=pt). Acesso em: 30 mar. 2021.

MORAIS, Josmaria Lopes de; SIRTORI, Carla; ZAMORA, Patricio G. Peralta. Tratamento de chorume de aterro sanitário por fotocatalise heterogênea integrada a processo biológico convencional. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 20-23, 2006. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422006000100005&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422006000100005&script=sci_arttext). Acesso em: 15 abr. 2021.

OLIVEIRA, Vitor Irineu et al. Avaliação de contaminação por escherichia coli em amostras de água de lagoa. II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2011, Londrina. **Anais**, Londrina, 2011. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2011/IX-010.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2021.

PELEGRINI, Núbia Natália de Brito et al. Avaliação da redução da poluição do chorume tratado por processo fotoquímico. **Augmdomus**, v. 3, 2011. Disponível em: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/15905>. Acesso em: 16 abr. 2021.

PEREIRA, Suellen Silva. A problemática dos resíduos sólidos urbanos e os instrumentos de gestão do meio ambiente na cidade de Campina Grande/PB. **Âmbito Jurídico, Rio Grande, XIV**, n. 93, 2011. Disponível em: <https://ambitojuridico.com.br/cadernos/direito-ambiental/a-problematica-dos-residuos-solidos-urbanos-e-os-instrumentos-de-gestao-do-meio-ambiente-na-cidade-de-campina-grande-pb/>. Acesso em: 30 mar. 2021.

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, 2014. Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/view/3687>. Acesso em: 15 abr. 2021.

RATTI, Bianca Alirão et al. Pesquisa de coliformes totais e fecais em amostras de água coletadas no bairro zona sete, na cidade de Maringá-PR. VII Encontro Internacional de Produção Científica, 2011, Maringá. **Anais**. Maringá, 2011. Disponível em: [http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/bianca\\_altrao\\_ratti%20\(1\).pdf](http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/bianca_altrao_ratti%20(1).pdf). Acesso em: 30 mar. 2021.

RENOVATO, Danilo Cesar da Costa; SENA, Caio; SILVA, Maria Meire. Análise de parâmetros físico-químicos das águas da barragem pública da cidade de pau dos ferros (rn)–ph, cor, turbidez, acidez, alcalinidade, condutividade, cloreto e salinidade. IX Congresso de iniciação científica do IFRN, 2013, Natal. **Anais**. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ocs/index.php/congic/ix/paper/view/1119/0>. Acesso em: 30 mar. 2021.

RIGUETTI, Priscilla Fracalossi et al. Manganês, zinco, cádmio, chumbo, mercúrio e crômio no chorume de aterro sanitário em Dourados, MS, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 153-163, 2015. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-993X2015000100153&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-993X2015000100153&script=sci_arttext&tlng=pt). Acesso em: 30 mar. 2021.

ROSA, Beatriz Paulino et al. Impactos causados em cursos d água por aterros controlados desativados no Município de São Paulo, Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 4, n. 7, p. 63-76, 2017. Disponível em: <http://revista.ecogestaobrasil.net/v4n7/v04n07a07.html>. Acesso em: 31 mar. 2021.

SANGOI, Luís et al. Lixiviação de nitrogênio afetada pela forma de aplicação da uréia e manejo dos restos culturais de aveia em dois solos com texturas contrastantes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 1, p. 65-70, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cr/v33n1/14144.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2021.

SANTOS, Débora Teresinha; BERTICELLI, Ritielli; FRITSCH, Raquel Lorenzoni Camera. Saneamento básico no Brasil: um importante alicerce na qualidade de

vida. **CIÊNCIA & TECNOLOGIA**, Cruz Alta, v. 2, n. 1, p. 23-43, 2018. Disponível em: <http://200.19.0.181/index.php/CIENCIAETECNOLOGIA/article/view/6925>. Acesso em: 30 mar. 2021.

RONDÔNIA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de Rondônia**. Produto 4, Subproduto 4.4. SEDAM. Eunápolis, 2020. Disponível em: [http://www.sedam.ro.gov.br/wp-content/uploads/2020/07/Subproduto-4.4\\_-\\_Metas-para-a-Gest%C3%A3o-de-Res%C3%ADduos-S%C3%B3lidos.pdf](http://www.sedam.ro.gov.br/wp-content/uploads/2020/07/Subproduto-4.4_-_Metas-para-a-Gest%C3%A3o-de-Res%C3%ADduos-S%C3%B3lidos.pdf). Acesso em: 21 abr. 2021.

SOUZA, Cláudio Leite de. **Estudo das rotas de formação, transporte e consumo dos gases metano e sulfeto de hidrogênio resultantes do tratamento de esgoto doméstico em reatores**. 2010. 147 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/ENGD-89WQAC>. Acesso em: 15 abr. 2021.

TAVARES, Bernardo Ferreira Dias. **Tratamento de chorume: análise dos efluentes da evaporação forçada**. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10001824.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2021.

VALENTE, José Pedro Serra; PADILHA, Pedro Magalhães; SILVA, Assunta Maria Marques. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu-SP. **Eclética Química**, v. 22, p. 49-66, 1997. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eq/a/8QYrd8YdJNYZ6SmTFyyJtRx/?lang=pt>. Acesso em: 06 jun. 2021.

VON SPERLING, Marcos. Lagoas de estabilização. In: **Lagoas de estabilização**. 2002. p. 196-196.

## ANEXO A – Relatório técnico CISAN poço de acumulação



**LAPEF - LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE PETRÓLEO, AR, SOLO, ÁGUA E EFLUENTES**  
 MR Vieira Marques & CIA LTDA  
 Fone: (69) 3224-7449 (69) 98124-8144 (WhatsApp) (TIM) (69) 99220-4072 (CLARO) (69) 99957-9961 ( vivo)  
 E-mail: lapef.paulo@hotmail.com - Skype: Lapef - Paulo Bernardes  
 CNPJ: 03.912.588/0001-48  
 Av. Dom Pedro II, 2217 - Sala 1 - Bairro São Cristóvão - CEP:76.804-033 - Porto Velho - RO

### Relatório Técnico de Ensaio Nº: 1019.2021.B- V.0

**01. Dados Contratação:**
**Solicitante:**

**Razão Social:** CISAN - CISAN - CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO DA REGIÃO CENTRAL DO ESTA  
**CNPJ/CPF:** 10.914.290/0001-32  
**Contato:** Pablo **E-mail:** pablomvieira@gmail.com  
**Proposta Comercial:** 145.2021.V0

**02. Dados da Amostragem:**

**Descrição Ponto Coleta:** Poço de Acumulação  
**Endereço Amostragem:** AV TANCREDO NEVES ,2903, SETOR 03 - ARIQUEMES /RO **CEP:** 76832000  
**Matriz e Origem Amostra:** Efluente - Efluente Bruto  
**Data de Amostragem:** 30/01/2021 09:42:00 **Data Recebimento:** 30/01/2021 15:49:00  
**Responsável pela Amostragem:** Ilizeu.Silva **Data Conclusão Amostra:** 09/02/2021  
**Responsável pela Conferência:** Pablo.Vieira **Data Conferência:** 15/02/2021 11:51:44

#### Resultados

Parâmetros	Resultados Analíticos	VMP	Un	L.Q./Faixa	Início Ensaio
Coliformes Totais	2,5x10 <sup>+5</sup>	N.A	NMP/100mL	1,80	04/02/2021
Contagem Coliformes Termotolerantes (Fecais)	4,5x10 <sup>+3</sup>	N.A	NMP/100mL	1,80	04/02/2021
Escherichia coli	3,5x10 <sup>+5</sup>	N.A	NMP/100mL	0,1	04/02/2021
<hr/>					
Alcalinidade Total	8.217,0	N.A	mg/L	6,0	04/02/2021
Cloreto	1.010,20	N.A	mg/L	1,06	04/02/2021
Condutividade a 25 °C	6.473,0	N.A	µS/cm	0,01	04/02/2021
Cor Aparente	>500	N.A	mg Pt/L	5,0	04/02/2021
Materiais/Sólidos Sedimentáveis	68,2	até 1,0	mL/L	0,1	04/02/2021
Sólidos Suspensos Totais	1.420,30	N.A	mg/L	5,0	04/02/2021
Sólidos Totais Dissolvidos	1.412,0	N.A	mg/L	5,0	04/02/2021
Temperatura da Amostra	28,5	< 40	°C	1 °C a 100 °C	04/02/2021
Turbidez	> 1000	N.A	uT	0,10	04/02/2021
<hr/>					
Cianeto Livre	0,050	até 0,200	mg/L	0,05	04/02/2021
Cianeto Total	0,08	até 1,00	mg/L	0,05	04/02/2021
Fluoreto	2,72	até 10,00	mg/L	0,15	04/02/2021
N-Nitratos	38,20	N.A	mg/L	0,1	04/02/2021
Nitritos	0,52	N.A	mg/L	0,1	04/02/2021
Nitrogênio Amoniacal	392,10	até 20,00	mg/L	0,1	04/02/2021
Nitrogênio Total	582,30	N.A	mg/L	0,5	04/02/2021
Oxigênio Dissolvido	0,80	N.A	mg/L	0,1	04/02/2021
pH a 25 °C	7,50	de 5,00 a 9,00	pH	2,0 - 13,0	04/02/2021
Sulfeto	<b>2,80</b>	até 1,00	mg/L	0,025	04/02/2021
<hr/>					
Dureza Total	1.007,00	N.A	mg/L	2,0	04/02/2021
<hr/>					
Arsênio Total	0,01	até 0,50	mg/L	0,0015	04/02/2021
Bário	0,201	até 5,000	mg/L	0,02	04/02/2021
Boro Total	0,180	até 5,000	mg/L	0,10	04/02/2021

## Relatório N.:1019.2021.B- V.0

Parâmetros	Resultados Analíticos	VMP	Un	L.Q./Faixa	Início Ensaio
Cádmio Total	0,004	até 0,200	mg/L	0,002	04/02/2021
Chumbo Total	0,03	até 0,50	mg/L	0,01	04/02/2021
Cobre Dissolvido	0,012	até 1,000	mg/L	0,002	04/02/2021
Cromo Hexavalente	0,082	até 0,100	mg/L	0,02	04/02/2021
Cromo Trivalente	0,03	até 1,00	mg/L	0,02	04/02/2021
Estanho Total	0,02	até 4,00	mg/L	0,02	04/02/2021
Ferro Dissolvido	1,40	até 15,00	mg/L	0,10	04/02/2021
Fósforo Total	98,20	N.A	mg/L	0,03	04/02/2021
Manganês Dissolvido	0,90	até 1,00	mg/L	0,10	04/02/2021
Merúrio Total	0,006	até 0,010	mg/L	0,0001	04/02/2021
Níquel	<0,003	até 2,000	mg/L	0,003	04/02/2021
Prata Total	0,011	até 0,100	mg/L	0,002	04/02/2021
Selênio Total	<0,004	até 0,30	mg/L	0,004	04/02/2021
Zinco Total	<0,10	até 5,00	mg/L	0,10	04/02/2021
<hr/>					
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5)	2.120,20	120,0 - 60% (1)	mg/L	2,0	04/02/2021
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	4.302,80	N.A	mg/L	5,0	04/02/2021
Fenóis Totais	<b>4,32</b>	até 0,50	mg/L	0,03	04/02/2021
Óleos e Graxas Totais	<b>167,30</b>	até 100,00	mg/L	5,0	04/02/2021
<hr/>					
Benzeno	<0,012	até 1,20	mg/L	0,012	04/02/2021
Clorofórmio	<0,015	até 1,00	mg/L	0,015	04/02/2021
Dicloroeteno (somatório de 1,1 + 1,2 cis + 1,2 trans)	<0,00613	até 1,000	mg/L	0,00613	04/02/2021
Estireno	<0,005	até 0,07	mg/L	0,005	04/02/2021
Etilbenzeno	<0,043	até 0,84	mg/L	0,043	04/02/2021
Tetracloroeto de carbono	<0,00239	até 1,00000	mg/L	0,00239	04/02/2021
Tolueno	<0,120	até 1,20	mg/L	0,120	04/02/2021
Tricloroeteno	<0,00256	até 1,00000	mg/L	0,00256	04/02/2021
Xileno	<0,024	até 1,600	mg/L	0,024	04/02/2021

## Referência metodológica

Parâmetros	Metodologia
Fenóis Totais,	Analisis Del água.E. pg. 96. Método de Nessler.
N-Nitratos	FRIES, J. GETROST MERCK; 1977- pg. 278. Método da Brucina.
Cobre Dissolvido	Fries, J. Getrost, H. Organic reagentes for Trace Analysis
Ferro Dissolvido	Fries, J. Getrost, H. ORTA, 1977, pg 204
Manganês Dissolvido,	FRIES, J. GETROST, H. ORTA, MERCK
Cádmio Total, Níquel, Prata Total,	SMWW 23ª ed. 2017, Método 3111C
Chumbo Total	SMWW 23ª Edição, Método 3111B, 3030 D
Óleos e Graxas Totais,	SMWW, 23ª Edição, 2017 Método 2110 D
Cor Aparente	SMWW, 23ª Edição, 2017 Método 2120B
Temperatura da Amostra	SMWW, 23ª Edição, 2017 Método 2550 B
Zinco Total	SMWW, 23ª Edição, 2017 Método 3500-Zn-B
Cromo Hexavalente, Cromo Trivalente	SMWW, 23ª Edição, 2017 Método 3500Cr B
Oxigênio Dissolvido ,	SMWW, 23ª Edição, 2017 Método 4500 G
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5),	SMWW, 23ª Edição, 2017 Método 5210 B
Coliformes Totais	SMWW, 23ª Edição, 2017 Método 9223 B, C e E
Escherichia coli	SMWW, 23ª Edição, 2017 Método 9223 B.
Turbidez	SMWW, 23ª Edição, Método 2130 B
Alcalinidade Total	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B
Dureza Total	SMWW, 23ª Edição, Método 2340C
Condutividade a 25 °C,	SMWW, 23ª Edição, Método 2510 B
Materiais/Sólidos Sedimentáveis ,	SMWW, 23ª Edição, Método 2540 F

## Relatório N.:1019.2021.B- V.0

Parâmetros	Metodologia
Sólidos Totais Dissolvidos ,	SMWW, 23ª Edição, Método 2540C
Sólidos Suspensos Totais,	SMWW, 23ª Edição, Método 2540D
Estanho Total	SMWW, 23ª Edição, Método 3111B
Bário, Boro Total,	SMWW, 23ª Edição, Método 3111D
Mercurio Total,	SMWW, 23ª Edição, Método 3120B
Cianeto Livre, Cianeto Total	SMWW, 23ª Edição, Método 4500 CN- C/ 4500 CN- E/ 4500 CNI
pH a 25 °C,	SMWW, 23ª Edição, Método 4500 H+ B
Fluoreto	SMWW, 23ª Edição, Método 4500- F D
Sulfeto	SMWW, 23ª Edição, Método 4500-S <sup>2-</sup> - D.
Cloreto	SMWW, 23ª Edição, Método 4500Cl- B
Fosfóro Total,	SMWW, 23ª Edição, Método 4500P E
Demanda Química de Oxigênio (DQO),	SMWW, 23ª Edição, Método 5220 D
Contagem Coliformes Termotolerantes (Fecais)	SMWW, 23ª Edição, Métodos . 9221 B, C e E
Arsênio Total, Selênio Total,	SMWW, 23ª Edição, Métodos 3114 B 4d e 3114 C
Nitrogênio Total ,	SMWW, 23ª Edição, Método 4500 N-C
Nitrogênio Amoniacal ,	SMWW, 23ª Edição, Método 4500 NH3F
Nitritos	SMWW, 23ª Edição, Método 4500 NO2 B
Benzeno, Clorofórmio, Estireno, Tetracloroeto de carbono, Tolueno, Tricloroeteno, Xileno,	USEPA 8021 B - Rev03 / USEPA 5021 A - Rev02
Dicloroeteno (somatório de 1,1 + 1,2 cis + 1,2 trans), Etilbenzeno,	USEPA Method 5021A Revision 2:2014, USEPA Method 8015C

**Legislação:** Valores de referência estabelecidos conforme Conama 430 - art 16

**Legenda**

1. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5 dias a 20°C): remoção mínima de 60% de DBO sendo que este limite só poderá ser reduzido no caso de existência de estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo recepto.

NMP/100mL - Número Mais Provável por 100 mL, mg/L - Miligrama por Litro, µS/cm - Microsiemens por Centímetro, mg Pt/L - Miligrama de Platina por litro, mL/L - Mililitro por Litro, °C - Graus Celsius, uT - Unidade de Turbidez, pH - pH.L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável

*Pablo Ícaro Machado Vieira*

Pablo Ícaro Machado Vieira  
Engenheiro Químico - CREA 14611 D RO

Código de Verificação: 0007600122211011390010202100000

## ANEXO B – Relatório técnico CISAN lagoa facultativa

	<b>LAPEF - LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE PETRÓLEO, AR, SOLO, ÁGUA E EFLUENTES</b> MR Vieira Marques & CIA LTDA Fone: (69) 3224-7449 (69) 98124-8144 (WhatsApp) (TIM) (69) 99220-4072 (CLARO) (69) 99957-9961 ( vivo) E-mail: lapef.paulo@hotmail.com - Skype: Lapef - Paulo Bernardes CNPJ: 03.912.588/0001-48 Av. Dom Pedro II, 2217 - Sala 1 - Bairro São Cristóvão - CEP:76.804-033 - Porto Velho - RO
---	--

### Relatório Técnico de Ensaio Nº: 1229.2021.B- V.0

<b>01. Dados Contratação:</b>	
<b>Solicitante:</b>	
<b>Razão Social:</b>	CISAN - CISAN - CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO DA REGIÃO CENTRAL DO ESTA
<b>CNPJ/CPF:</b>	10.914.290/0001-32
<b>Contato:</b>	Pablo <b>E-mail:</b> pablomvieira@gmail.com
<b>Proposta Comercial:</b>	192.2021.V0

<b>02. Dados da Amostragem:</b>	
<b>Descrição Ponto Coleta:</b>	Safda Lagoa Maturação
<b>Endereço Amostragem:</b>	AV TANCREDO NEVES ,2903, SETOR 03 - ARIQUEMES /RO CEP: 76832000
<b>Matriz e Origem Amostra:</b>	Efluente - Efluente Tratado
<b>Data de Amostragem:</b>	29/01/2021 08:52:00
<b>Responsável pela Amostragem</b>	Ilizeu Silva
<b>Responsável pela Conferência:</b>	Pablo Vieira
<b>Data Recebimento:</b>	01/02/2021 09:00:00
<b>Data Conclusão Amostra:</b>	10/02/2021
<b>Data Conferência:</b>	16/02/2021 15:44:30

Resultados					
Parâmetros	Resultados Analíticos	VMP	Un	L.Q./Faixa	Início Ensaio
Contagem Coliformes Termotolerantes (Fecais)	9,6x10 <sup>+2</sup>	N.A	NMP/100mL	1,8	04/02/2021
Contagem de Coliformes Totais	2,2x10 <sup>+4</sup>	N.A	NMP/100mL	1,8	04/02/2021
Contagem de Escherichia coli	3,3x10 <sup>+2</sup>	N.A	NMP/100mL	1,8	04/02/2021
Alcalinidade Total	229,2	N.A	mg/L	6,0	04/02/2021
Condutividade a 25 °C	615,2	N.A	µS/cm	0,01	04/02/2021
Cor Aparente	350,0	N.A	mg Pt/L	5,0	04/02/2021
Dureza Total	422,10	N.A	mg/L	2,0	04/02/2021
Materiais/Sólidos Sedimentáveis	0,3	até 1,0	mL/L	0,1	04/02/2021
Sólidos Suspensos Totais	210,50	N.A	mg/L	5,0	04/02/2021
Sólidos Totais Dissolvidos	308,2	N.A	mg/L	5,0	04/02/2021
Temperatura da Amostra	28,6	< 40	°C	1 °C a 100 °C	04/02/2021
Turbidez	168,30	N.A	uT	0,10	04/02/2021
Cianeto Livre	<0,05	até 0,200	mg/L	0,05	04/02/2021
Cianeto Total	<0,05	até 1,00	mg/L	0,05	04/02/2021
Cloreto	165,40	N.A	mg/L	1,06	04/02/2021
Fluoreto	1,60	até 10,00	mg/L	0,15	04/02/2021
Fosfóro Total	8,33	N.A	mg/L	0,10	04/02/2021
Nitratos (Como N)	4,30	N.A	mg/L	0,1	04/02/2021
Nitrito (Como N)	0,42	N.A	mg/L	0,1	04/02/2021
Nitrogênio Amoniacal	17,52	até 20,00	mg/L	0,1	04/02/2021
Nitrogênio Total	47,26	N.A	mg/L	0,5	04/02/2021
Oxigênio Dissolvido	2,50	N.A	mg/L	0,1	04/02/2021
pH a 25 °C	7,10	de 5,00 a 9,00	pH	2,0 - 13,0	04/02/2021
Sulfeto	0,38	até 1,00	mg/L	0,025	04/02/2021
Arsênio Total	<0,0015	até 0,50	mg/L	0,0015	04/02/2021
Bário Total	0,170	até 5,000	mg/L	0,02	04/02/2021
Boro Total	<0,10	até 5,000	mg/L	0,10	04/02/2021



Relatório N.:1229.2021.B- V.0

Parâmetros	Resultados Analíticos	VMP	Un	L.Q./Faixa	Início Ensaio
Cádmio Total	<0,002	até 0,200	mg/L	0,002	04/02/2021
Chumbo Total	<0,02	até 0,50	mg/L	0,02	04/02/2021
Cobre Dissolvido	<0,002	até 1,000	mg/L	0,002	04/02/2021
Cromo Hexavalente	<0,02	até 0,100	mg/L	0,02	04/02/2021
Cromo Trivalente	<0,02	até 1,00	mg/L	0,02	04/02/2021
Estanho Total	<0,02	até 4,00	mg/L	0,02	04/02/2021
Ferro Dissolvido	0,84	até 15,00	mg/L	0,10	04/02/2021
Manganês Dissolvido	0,26	até 1,00	mg/L	0,10	04/02/2021
Mercúrio Total	0,004	até 0,010	mg/L	0,0001	04/02/2021
Níquel Total	<0,003	até 2,000	mg/L	0,003	04/02/2021
Prata Total	0,005	até 0,100	mg/L	0,002	04/02/2021
Selênio Total	<0,004	até 0,30	mg/L	0,004	04/02/2021
Zinco Total	<0,10	até 5,00	mg/L	0,10	04/02/2021
<hr/>					
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5)	118,00	120,0 - 60% (1)	mg/L	2,0	04/02/2021
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	335,40	N.A	mg/L	5,0	04/02/2021
Fenóis Totais	0,32	até 0,50	mg/L	0,001	04/02/2021
Óleos e Graxas Totais	11,50	até 100,00	mg/L	5,0	04/02/2021
<hr/>					
Benzeno	<0,001	até 1,20	mg/L	0,001	04/02/2021
Clorofórmio	<0,015	até 1,00	mg/L	0,015	04/02/2021
Dicloroeteno (somatório de 1,1 + 1,2 cis + 1,2 trans)	<0,0103	até 1,000	mg/L	0,0103	04/02/2021
Estireno	<0,005	até 0,07	mg/L	0,005	04/02/2021
Etilbenzeno	<0,043	até 0,84	mg/L	0,043	04/02/2021
Tetracloroeto de carbono	<0,00239	até 1,00000	mg/L	0,00239	04/02/2021
Tolueno	<0,001	até 1,20	mg/L	0,001	04/02/2021
Tricloroeteno	<0,00256	até 1,00000	mg/L	0,00256	04/02/2021
Xileno	<0,024	até 1,600	mg/L	0,024	04/02/2021

## Referência metodológica

Parâmetros	Metodologia
Fenóis Totais,	Analisis Del água.E. pg. 96. Método de Nessler.
Nitrito (Como N)	FRIES, J. Análisis de Trazas. Métodos pg. 130. Método da Naf
Nitratos (Como N)	FRIES, J. GETROST MERCK; 1977- pg. 278. Método da Brucina.
Cobre Dissolvido	Fries, J. Getrost, H. Organic reagentes for Trace Analysis
Ferro Dissolvido	Fries, J. Getrost, H. ORTA, 1977, pg 204
Manganês Dissolvido,	FRIES, J. GETROST, H. ORTA, MERCK
Cádmio Total, Chumbo Total, Níquel Total, Prata Total,	SMWW 23ª ed. 2017, Método 3111C
Óleos e Graxas Totais,	SMWW, 23ª Edição, 2017 Método 2110
Cor Aparente	SMWW, 23ª Edição, 2017 Método 2120B
Temperatura da Amostra	SMWW, 23ª Edição, 2017 Método 2550 B
Zinco Total	SMWW, 23ª Edição, 2017 Método 3500-Zn-B
Cromo Hexavalente, Cromo Trivalente	SMWW, 23ª Edição, 2017 Método 3500Cr B
Oxigênio Dissolvido ,	SMWW, 23ª Edição, 2017 Método 4500 G
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5),	SMWW, 23ª Edição, 2017 Método 5210 B
Contagem de Coliformes Totais	SMWW, 23ª Edição, 2017 Método 9223 B, C e E
Contagem de Escherichia coli	SMWW, 23ª Edição, 2017 Método 9223 B.
Turbidez	SMWW, 23ª Edição, Método 2130 B
Alcalinidade Total	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B
Dureza Total	SMWW, 23ª Edição, Método 2340C
Condutividade a 25 °C,	SMWW, 23ª Edição, Método 2510 B
Materiais/Sólidos Sedimentáveis ,	SMWW, 23ª Edição, Método 2540 F
Sólidos Totais Dissolvidos ,	SMWW, 23ª Edição, Método 2540C

## Relatório N.:1229.2021.B- V.0

Parâmetros	Metodologia
Sólidos Suspensos Totais,	SMWW, 23ª Edição, Método 2540D
Estanho Total	SMWW, 23ª Edição, Método 3111B
Bário Total,	SMWW, 23ª Edição, Método 3111D
Mercúrio Total,	SMWW, 23ª Edição, Método 3112B
Cianeto Livre, Cianeto Total	SMWW, 23ª Edição, Método 4500 CN- C/ 4500 CN- E/ 4500 CNI
pH a 25 °C,	SMWW, 23ª Edição, Método 4500 H+ B
Fluoreto	SMWW, 23ª Edição, Método 4500- F D
Sulfeto	SMWW, 23ª Edição, Método 4500-S <sup>2-</sup> - D.
Boro Total	SMWW, 23ª Edição, Método 4500B B
Cloreto	SMWW, 23ª Edição, Método 4500Cl- B
Fosfóro Total,	SMWW, 23ª Edição, Método 4500P E
Demanda Química de Oxigênio (DQO),	SMWW, 23ª Edição, Método 5220 D
Contagem Coliformes Termotolerantes (Fecais)	SMWW, 23ª Edição, Métodos : 9221 B, C e E
Arsênio Total, Selênio Total,	SMWW, 23ª Edição, Métodos 3114 B 4d e 3114 C
Nitrogênio Total ,	SMWW, 23ª Edição, Método 4500 N-C
Nitrogênio Amoniacal ,	SMWW, 23ª Edição, Método 4500 NH3F
Clorofórmio, Dicloroetano (somatório de 1,1 + 1,2 cis + 1,2 trans), Tetracloreto de carbono, Tricloroetano,	USEPA 8021 B - Rev03 / USEPA 5021 A - Rev02
Benzeno, Estireno, Etilbenzeno, Tolueno, Xileno	USEPA Method 5021A Revision 2:2014, USEPA Method 8015C

**Legislação:** Valores de referência estabelecidos conforme CONAMA n° 430 - Art. 21

**Legenda**

1. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5 dias a 20°C): remoção mínima de 60% de DBO sendo que este limite só poderá ser reduzido no caso de existência de estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor

NMP/100mL - Número Mais Provável por 100 mL, mg/L - Miligrama por Litro, µS/cm - Microsiemens por Centímetro, mg Pt/L - Miligrama de Platina por litro, mL/L - Mililitro por Litro, °C - Graus Celsius, uT - Unidade de Turbidez, pH - pH.L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável

*Pablo Ícaro Machado Vieira*

Pablo Ícaro Machado Vieira  
Engenheiro Químico - CREA 14611 D RO

Código de Verificação: 0007600122211011446740202100000

## ANEXO C – Relatório de revisão antiplágio



### RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

**DISCENTE:** Dhione Marcos da Silva

**CURSO:** Engenharia Ambiental e Sanitária

**DATA DE ANÁLISE:** 14.10.2021

### RESULTADO DA ANÁLISE

#### Estatísticas

Suspeitas na Internet: **8,03%**

Percentual do texto com expressões localizadas na internet ⚠️

Suspeitas confirmadas: **4,44%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados ⚠️

Texto analisado: **85,63%**

*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 2.7.1  
quinta-feira, 14 de outubro de 2021 11:10

### PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho do discente **DHIONE MARCOS DA SILVA**, n. de matrícula **12278**, do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, foi aprovado na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 8,03%. Devendo o aluno fazer as correções necessárias.

(assinado eletronicamente)

**HERTA MARIA DE AÇUCENA DO N. SOEIRO**

**Bibliotecária CRB 1114/11**

Biblioteca Júlio Bordignon

Faculdade de Educação e Meio Ambiente