



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

MARCIA NEVES DA COSTA SANTOS

**AUTOCLAVAGEM DE RESÍDUOS PERIGOSOS: Estudo de caso em um
consórcio intermunicipal**

ARIQUEMES – RO
2021

MARCIA NEVES DA COSTA SANTOS

**AUTOCLAVAGEM DE RESÍDUOS PERIGOSOS: Estudo de caso em um
consórcio intermunicipal**

Trabalho de Conclusão de Curso para a
obtenção do grau de bacharel em
Engenharia Ambiental e Sanitária da
Faculdade de Educação e Meio
Ambiente – FAEMA.

Professor Orientador: Dr. Driano
Rezende

FICHA CATALOGRÁFICA
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S237a Santos, Marcia Neves da Costa.

Autoclavagem de resíduos perigosos: estudo de caso em um consórcio intermunicipal. / Marcia Neves da Costa Santos. Ariquemes, RO: Faculdade de Educação e Meio Ambiente, 2021. 43 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.

1. Resíduos perigosos. 2. Autoclavagem. 3. Resíduos de Saúde. 4. Consórcio. 5. Tratamento de resíduos. I. Título. II. Rezende, Driano.

CDD 628

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

MARCIA NEVES DA COSTA SANTOS

**AUTOCLAVAGEM DE RESÍDUOS PERIGOSOS: Estudo de caso em um
consórcio intermunicipal**

Trabalho de Conclusão de Curso para a
obtenção do grau de bacharel em
Engenharia Ambiental e Sanitária da
Faculdade de Educação e Meio
Ambiente – FAEMA.

Banca examinadora

Professor Orientador: Dr. Driano Rezende
Faculdade de educação e meio ambiente – FAEMA

Professora Mestre: Jessica de Sousa Vale
Faculdade de educação e meio ambiente – FAEMA

Professor Mestre: Jociel Honorato de Jesus
Faculdade de educação e meio ambiente - FAEMA

Dedico esse trabalho ao meu esposo que sempre me auxiliou e me motivou em todos os momentos e à minha filha que é a minha motivação diária.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me guiado e abençoado até esse instante e por ter me dado forças e ânimo em todos os momentos necessários.

Ao meu orientador, prof. Dr. Driano Rezende que não mediu esforços para me ajudar em todos os momentos que recorri a ele e me orientou com grande sabedoria.

Agradeço aos meus pais que me ajudaram muito e foram primordiais para eu ter essa vitória.

A todos que me ajudaram na conquista dessa realização na minha vida.

RESUMO

É conhecimento mundial que os resíduos de saúde causam grande preocupação, pois possuem características tóxicas e patogênicas sendo capaz de provocar contaminações à população e ao meio ambiente. O presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo de caso referente ao funcionamento de um sistema de autoclavagem no tratamento de resíduos perigosos no município de Ariquemes, RO. A pesquisa foi desenvolvida em quatro etapas, na primeira etapa aconteceu a escolha da instituição, na segunda etapa foi efetuada a pesquisa para adquirir o referencial bibliográfico, na terceira etapa houve a solicitação de dados à instituição responsável e na quarta etapa ocorreu a organização dos dados coletados e a discussão dos mesmos. Conforme dados obtidos, observou-se no período estudado um total de 28.784 KG de resíduos entre os meses de maio a dezembro. Foi considerado um aumento dos resíduos devido à pandemia Covid. O presente trabalho possibilitou adquirir habilidades e competências sobre o controle de eficiência do tratamento para alcançar a clareza do desenvolvimento do equipamento utilizado no consórcio e do manuseio com os resíduos. Com isso, ao acompanhar o funcionamento de um sistema de autoclavagem, será possível realizar alterações satisfatórias para melhorar a eficiência do sistema, desde o manuseio com os resíduos até a comprovação da eficiência do tratamento.

Palavras- chave: Resíduos perigosos. Consórcio; Autoclavagem; Gerenciamento.

ABSTRACT

The world population is aware that health residues cause great concern, as they have toxic and pathogenic characteristics and are capable of causing contamination to the population and the environment. This work aims to carry out a case study regarding the operation of an autoclaving system in the treatment of hazardous waste in the municipality of Ariquemes, RO. The research was carried out in four stages, in the first stage the institution was chosen, in the second stage the research was carried out to acquire the bibliographic reference, in the third stage there was a request for data from the responsible institution and in the fourth stage the organization of the data occurred. collected and their discussion. According to data obtained, observed in the period studied, a total of 28,784 KG of waste was observed between the months of May and December. An increase in waste was observed due to the Covid pandemic. The present work made it possible to acquire skills and competences on the control of treatment efficiency to achieve clarity in the development of the equipment used in the consortium and the handling of waste. Thus, by monitoring the operation of an autoclaving system, it will be possible to make satisfactory changes to improve the efficiency of the system, from handling waste to proving the efficiency of the treatment.

Keywords: Hazardous waste. Consortium; Autoclaving; Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Sobra de alimentos.....	10
Figura 02 – Resíduos de construção civil.....	10
Figura 03 – Símbolo resíduo infectante.....	15
Figura 04 – Símbolo resíduo químico, tóxico.....	15
Figura 05 – Símbolo resíduo radioativo.....	16
Figura 06 – Exemplo de símbolo utilizado para os resíduos comuns.....	16
Figura 07 – Símbolo resíduo infectante.....	17
Figura 08 – Fluxograma do processo de incineração dentro da empresa.....	25
Figura 09 – Lavador de gases para gerenciamento da poluição atmosférica.....	26
Figura 10 – Incinerador e Aterro de disposição final.....	27
Figura 11 – Estrutura do Consórcio Cisan e Autoclave.....	38
Figura 12 – Sala Autoclave.....	38
Figura 13 – Organização e funcionamento da Autoclave.....	40

LISTA DE SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANT Anotação de Responsabilidade Técnica
CAR Centro de Afecções Respiratórias
CISAN Consórcio Intermunicipal de Saneamento
CNEN Comissão nacional de Energia Nuclear
DTR Decompositor Termomagnético de Resíduos
PGRSS Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Saúde
PVC Policloreto de Vinilha
RDC Resolução da Diretoria Colegiada

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	7
2 OBJETIVOS.....	8
2.1 OBJETIVO GERAL	8
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	9
3.1 LEGISLAÇÃO ENVOLVIDA	9
3.2 MANEJO DOS RESÍDUOS.....	17
3.3 TRATAMENTO	18
3.3.1 Incinerador.....	19
3.3.2 PLASMA FRIO.....	20
3.3.3 autoclavagem	20
3.4 DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS PERIGOSOS	21
3.5 monitoramento do funcionamento de um incinerador.....	22
3.6 hospitais e planos de gerenciamento de resíduos sólidos (pgrss).....	23
3.7 estudos de caso.....	24
4 4 METODOLOGIA	33
4.1 ÁREA DE ESTUDO	33
4.2 ETAPAS DA PESQUISA.....	33
4.3 Questionário.....	34
5 RESULTADOS.....	36
6 CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS.....	41

INTRODUÇÃO

É de conhecimento geral que os resíduos de saúde causam grande preocupação, pois possuem características tóxicas e patogênicas podendo acarretar riscos de contaminações ao ecossistema e aos indivíduos. É uma grande dificuldade existente, promover a redução desses materiais perigosos, realizar o tratamento correto desses resíduos e dar a destinação final adequada (MENDONÇA, 2018).

Desse modo, torna-se necessário que unidades de saúde possuam, conforme legislação, Plano de Gerenciamento de Resíduos de Saúde (PGRSS). Essas unidades necessitam implantar o PGRSS de modo eficaz, serem comprometidas com o meio ambiente, com a saúde dos colaboradores e toda a população (CARMARGO, 2017).

Para implantação desse plano, é necessário a capacitação constante dos profissionais que atuam na saúde, sendo essa capacitação trabalhada com todos os profissionais da entidade, entre eles, funcionários da limpeza, funcionários da cozinha, técnicos, enfermeiros, médicos, dentre outros. A partir disso, a entidade conseguirá executar o PGRSS com excelência. Visto que quando essa capacitação não ocorre esses profissionais apresentam dificuldades, resultando no descarte inadequado dos resíduos, podendo ser citado o descarte dos resíduos comuns juntamente com os infectantes, resultando em grande quantidade de resíduos que necessitam de tratamento, de modo a aumentar os custos (SILVA, 2020).

Quanto ao tratamento desses materiais, existem diferentes tipos, entre elas as mais utilizadas são a incineração e autoclavagem. De acordo com Silva (2019), métodos como a incineração é considerada uma técnica de tratamento térmico onde ocorre a destruição de agentes contaminantes, porém acontece a emissão de materiais diversos como gases tóxicos ao ambiente. Logo é possível optar por técnicas alternativas como o tratamento com a autoclave, conseguindo reduzir os custos operacionais e extinguir a liberação de gases tóxicos ao ambiente (VIEIRA, 2017).

Nesse contexto o presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo de caso referente ao funcionamento de um sistema de tratamento de resíduos perigosos através da autoclave de um consórcio intermunicipal no município de Ariquemes, RO.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar um estudo de caso referente ao funcionamento de um sistema de autoclavagem no tratamento de resíduos perigosos no município de Ariquemes, RO.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar o funcionamento da autoclavagem de resíduos perigosos em estudo;
- Detalhar as etapas do sistema de tratamento, monitoramento e destinação final de resíduos perigosos pelo consórcio em estudo;
- Discutir os dados levantados com base nas normas, legislação vigente e artigos científicos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Um grande problema é a gestão dos resíduos de forma inadequada, essa pode prejudicar de várias formas em todo o processo de manuseio com o resíduo, sendo a manipulação de forma errada, o descarte inadequado, o tratamento ineficaz bem como a destinação final incorreta, aumentando extremamente os perigos à saúde e à natureza, pois tratam-se de resíduos contaminantes e infecciosos (MARANHÃO, 2019).

Em muitos municípios não existem ambientes para tratar corretamente os resíduos contaminantes, sendo assim esses resíduos são descartados juntamente com os resíduos domésticos de classe II, indo para aterros inadequados (MARANHÃO, 2019).

3.1 LEGISLAÇÃO ENVOLVIDA

A classificação geral dos resíduos sólidos é definida através da NBR 10.004/2004, classificam-se os resíduos sólidos em classe I e classe II, sendo a classe I resíduos perigosos e a classe II resíduos não perigosos. Os resíduos perigosos podem conter propriedades de inflamabilidade, reatividade, corrosividade e patogenicidade. É importante salientar que a classe II divide-se em duas classificações:

- Classe II A – Não Inertes;

Esses resíduos apresentam características de biodegradabilidade, combustibilidade e são solúveis em água, dessa forma eles não trazem riscos aos seres humanos, pois não são inflamáveis, corrosivos, tóxicos, patogênicos. É possível ter como exemplo restos de alimentos, papéis, restos de madeira.

A Figura 1 apresenta resíduos orgânicos, a mesma mostra os resíduos comuns provenientes de alimentos.

Figura 1 - Sobra de alimentos



Fonte: Banco de imagens shutterstock (2021)

- Classe II B – Inertes.

Eles não possuem atributos dos resíduos de classe I, esse grupo de resíduos quando em contato com a água, não proporciona condições desfavoráveis ao ambiente e saúde humana, sendo assim quando em contato com a água eles não sofrem alterações químicas, físicas ou biológicas consideráveis, permanecendo por longo período inalterado. Com isso podemos observar a figura 2, a mesma mostra resíduos de construção civil, sendo esses resíduos inertes.

Figura 2: Resíduos de construção civil



Fonte: VG resíduos (2020)

De acordo com a Resolução RDC 222/2018, os resíduos oriundos de serviços de saúde são considerados como resíduos contaminados, sendo todas as atividades relativas à saúde humana ou animal, sendo assim:

- Serviços de assistência domiciliar;
- Laboratórios analíticos para produtos de saúde;
- Necrotérios;
- Funerárias que executam serviços de tanatopraxia e somatoconservação;
- Serviços de medicina legal;
- Drogarias e Farmácias;
- Locais de pesquisa e ensino no âmbito da saúde;
- Ambulâncias móveis;
- Laboratórios de análises clínicas; dentre outros.
- Estabelecimentos de controle zoonose, dentre outros.

De acordo com a resolução RDC 222/2018, os resíduos de serviço de saúde, no momento de sua geração já deve ser separado dos outros resíduos, devido ao risco de contaminação presente, a mesma considera:

- Classe A: como resíduos infectantes, sendo ela dividida ainda em:

❖ A.1

Culturas e estoques de micro-organismos; resíduos de fabricação de produtos biológicos, exceto os medicamentos hemoderivados; descarte de vacinas de microrganismos vivos, atenuados ou inativados; meios de culturas e instrumentais utilizados para transferência, inoculação e mistura de culturas; resíduos de laboratórios de manipulação genética.

Resíduos resultantes da atividade de ensino e pesquisa ou atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação biológica por agentes classe de risco 4, microrganismos com relevância epidemiológica e risco de disseminação ou causador de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido.

Bolsas transfusionais contendo sangue ou hemocomponentes rejeitadas por contaminação ou por má conservação, ou com prazo de validade vencido, e aquelas oriundas de coleta incompleta.

Sobras de amostras de laboratório contendo sangue ou líquidos corpóreos, recipientes ou materiais resultantes do processo de assistência à

saúde, contendo sangue ou líquidos corpóreo na forma livre (BRASIL, 2018).

❖ A.2

Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais submetidos a processos de experimentação por inoculação de microrganismos, bem como suas forrações, e os cadáveres de animais suspeitos de serem portadores de microrganismos de relevância epidemiológica e com risco de disseminação, que foram submetidos ou não a estudo anatomopatológico ou confirmação diagnóstica (BRASIL, 2018).

❖ A.3

Peças anatômicas (membros) do ser humano; produto de fecundação sem sinais vitais, com peso menor que 500 gramas ou estatura menor que 25 centímetros ou idade gestacional menor 20 semanas, que não tenham valor científico ou legal e não tenha havido requisição pelo paciente ou seus familiares (BRASIL, 2018).

❖ A.4

Kits de linhas arteriais, endovenosas e dialisadores, quando descartados.

Filtro de ar e gases aspirados de área contaminada, membrana filtrante de equipamento médico hospitalar e de pesquisa, entre outros similares.

Sobras de amostras de laboratório e seus recipientes contendo fezes, urina e secreções, provenientes de pacientes que não contenham e nem sejam suspeitos de conter agentes classe do risco 4, e nem apresentem relevância epidemiológica e risco de disseminação, ou microrganismo causador de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido ou com suspeita de contaminação por príons.

Resíduos de tecido adiposo proveniente de lipoaspiração, lipoescultura, ou outro procedimento de cirurgia plástica que rege este tipo de resíduo.

❖ A.5

Órgãos, tecidos e fluidos orgânicos de alta infectividade para príons, de casos suspeitos ou confirmados, bem como quaisquer materiais resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, suspeitos ou confirmados, e que tiveram contato com órgãos, tecidos e fluidos de alta infectividade para príons (BRASIL, 2018).

- Classe B: oriundos de produtos químicos que manifestam periculosidade, em concordância com características que possuem como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade, mutagenicidade e quantidade. Sendo eles:
 - ❖ Produtos farmacêuticos;
 - ❖ Resíduos de saneantes, desinfetantes, desinfestantes; resíduos contendo metais pesados; reagentes para laboratório, inclusive os recipientes contaminados por estes.
 - ❖ Efluentes de processadores de imagem (reveladores e fixadores).
 - ❖ Efluentes dos equipamentos automatizados utilizados em análises clínicas.
 - ❖ Demais produtos considerados perigosos: tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos (BRASIL, 2018).

- Classe C: Todos os materiais que contêm radionuclídeo com doses superiores aos padrões de isenção determinados em norma CNEN e o reaproveitamento não é permitido.
 - ❖ Enquadra-se neste grupo o rejeito radioativo, proveniente de laboratório de pesquisa e ensino na área da saúde, laboratório de análise clínica, serviço de medicina nuclear e radioterapia, segundo resolução da CNEN e Plano de Proteção Radiológica aprovado para instalação radioativa (BRASIL, 2018).

- Classe D: Não exibem perigo biológico, químico ou radiológico podendo assim ser comparados com resíduos domiciliares.

- Classe E: são resíduos perfurocortantes ou escarificantes, podendo ser citado lâmina de barbear, agulhas, escalpes, fios ortodônticos cortados, lâminas de bisturi, entre outros.

De acordo com a resolução CONAMA 358/2005, o profissional habilitado pelo conselho de classe irá desenvolver o PGRSS, através da apresentação da anotação de responsabilidade técnica (ART).

Conforme a Resolução CONAMA 358/2005 nas usinas onde são realizados os sistemas de tratamento, geralmente também realizam a destinação final dos resíduos sólidos de saúde, os quais necessitam ser licenciados pelo órgão ambiental responsável, para que essas tenham autorização para funcionamento e possuam constante monitoramento respeitando os intervalos e prazos que constam no licenciamento ambiental.

A política nacional dos resíduos sólidos apresentou aos produtores de resíduos de serviços de saúde uma visão diferente, ela mostra a necessidade de diminuir a geração de resíduos sólidos, assim combater os desperdícios de materiais. Trata-se de um desafio às instituições da rede pública e privada, diminuir e até mesmo zerar quando possível a geração de resíduos. Também resultará em redução de custos e redução de resíduos destinados ao meio ambiente após o tratamento (MARANHÃO, 2019).

A Resolução RDC 222/2018 estabelece que os resíduos produzidos em domicílios do grupo A devem ser dispostos separadamente e coletados pelos agentes da unidade de saúde responsável por aquele cidadão, para que esses possam ser enviados para tratamento adequado. Entende-se que esses resíduos são materiais perfurocortantes utilizados por pessoas diabéticas que tomam insulina, pessoas que utilizam sondas, pessoas em recuperação de cirurgias que fazem curativos, dentre outros.

Quanto os símbolos para o correto gerenciamento das embalagens e sinalizações, por meio da NBR 7500 os símbolos utilizados na identificação desses resíduos de saúde, são apresentados a seguir.

- Classe A:

Figura 3: Símbolo resíduo infectante



Fonte: NBR 7500 (2017)

- Classe B:

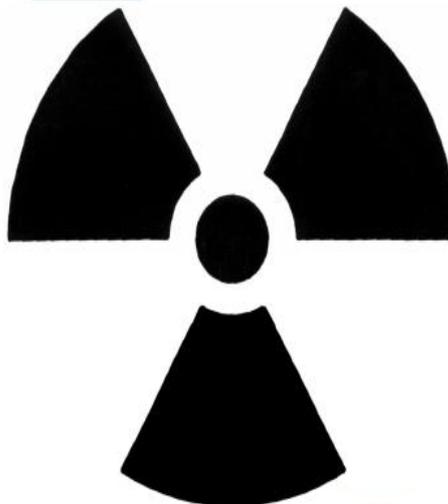
Figura 4: Símbolo resíduo químico, tóxico



Fonte: NBR 7500 (2017)

- Classe C:

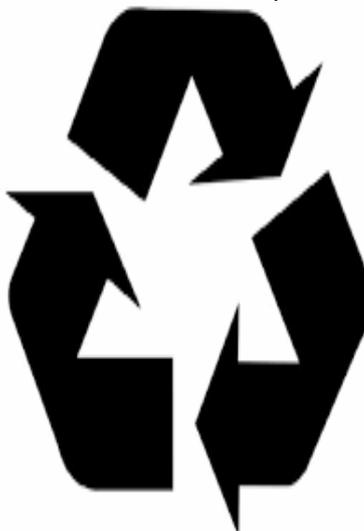
Figura 5: Símbolo resíduo radioativo



Fonte: NBR 7500 (2017)

- Classe D:

Figura 6: Exemplo de símbolo utilizado para os resíduos comuns



Fonte: NBR 7500 (2017)

- Classe E:

Possuem o reconhecimento através do símbolo de substância infectante conforme apresentado na Figura 3, com rótulos de fundo branco, desenho e contornos pretos, acrescido da inscrição de resíduo perfurocortante, indicando o risco que apresenta aquele determinado resíduo.

Figura 7: Símbolo resíduo infectante



Fonte: Adaptado de NBR 7500 (2017)

3.2 MANEJO DOS RESÍDUOS

O ambiente onde o resíduo sólido de saúde ficará enquanto não for coletado pela empresa terceirizada pelo tratamento, deve ser equipado de pisos e paredes com peças impermeáveis, laváveis e resistentes. Deve conter iluminação de água e elétrica, tomada elétrica alta e conter identificação na porta como abrigo temporário de resíduos (BRASIL, 2018).

É importante frisar que resíduo de serviço de saúde que possuir putrefação rápida deverá receber tratamentos de conservação quando submetidos a armazenamento superior a 24 horas (BRASIL, 2018).

O local de armazenamento externo deve possuir fácil acesso ao transporte interno e que os veículos de coleta externa possam ter acesso facilmente (BRASIL, 2018).

O transporte dos resíduos de serviço de saúde deve obedecer a rota e horários definidos e em coletor identificado. Sendo esse coletor dotado de tampa articulada com o corpo do equipamento, com cantos e bordas arredondados, desenvolvido com matéria impermeável, lavável, liso e rígido. Precisa conter válvula de dreno no fundo coletores que possuam volume maior de quatrocentos litros (BRASIL, 2018).

Sobre a coleta dos resíduos pelas empresas responsáveis para realizar o tratamento e fazer a destinação final, o uniforme dos trabalhadores deve ser integrado de calça, camisa de manga longa, botas em material PVC antiderrapantes

e impermeáveis, sendo essas de cano longo, luvas antiderrapantes, resistentes e impermeáveis, se a coleta for durante a noite deve ser usado coletes de cor fosforescente e os cabelos devem ser protegidos por touca ou boné (NEVES, 2019).

Conforme a resolução CONAMA 358/2005, os veículos usados para a coleta e transporte dos resíduos de serviço de saúde têm de satisfazer as exigências legais e as normas da ABNT.

3.3 TRATAMENTO

O tratamento do resíduo contaminante é a utilização de técnica e procedimentos com ajuda de equipamentos para transformar o risco de contaminação presente no resíduo, dessa forma a intenção é reduzir e até mesmo eliminar completamente o poder de contaminação para que ele possa ser disposto no meio ambiente (MARANHÃO, 2019).

3.3.1 INCINERADOR

É importante salientar que a incineração pode ocasionar grandes problemas no que tange à poluição atmosféricas, para evitar tais situações faz-se necessário o uso de tecnologias. A incineração utiliza como forma de exalação nos processos escórias e cinzas, gases da combustão e lixiviados da fossa de recepção. Ao se falar em incineração é necessário destacar tecnologias, como a incineração *mass burning que* utiliza grades fixas ou móveis, a incineração com fundos em leitos fluidizados e a incineração com fornos rotativos. Atualmente essas tecnologias são mais utilizadas (TORRES, 2018).

De acordo com Paes (2019) é possível identificar algumas vantagens na utilização de trocadores de calor em leito fluidizado como:

- Simplicidade no controle dos procedimentos em razão do gás-sólido possuir um escoamento equiparado com um fluido;
- A intensa movimentação das partículas no leito resulta em uma contínua temperatura em todo o leito;
- Indicado em realizações de larga escala;
- Necessita de um espaço menor resultando em economia de material, visto que possui uma alta transferência de calor.

Com o aumento das exigências, leis e normas regulamentadoras que possuem o objetivo de preservar o meio ambiente e evitar danos à saúde da população, vem aumentando as práticas para evitar a emissão de gases, como exemplo o uso de tecnologias. Dentre esses gases emitidos durante a incineração de resíduos de saúde estão o óxido de nitrogênio (NO_x), dióxido de nitrogênio (NO₂), dióxido de carbono (NO), furanos, dioxinas, metais pesados, dentre outros (CARDOZO, et al, 2021).

O processo de incineração mais empregado é o composto com forno a grelha, a mesma possui alimentação contínua. A grelha de elementos móveis, muito utilizada realiza movimentos intermitentes entre suas barras, deslocando então os resíduos à exposição em regiões de altas temperaturas (CARDOZO, 2019).

3.3.2 PLASMA FRIO

O plasma frio é uma tecnologia utilizada para tratar os resíduos sólidos de saúde, o mesmo é utilizado nas máquinas DTR (Decompositor Termomagnético de Resíduos), a tecnologia com o plasma frio utiliza o oxigênio ionizado, com uma temperatura inferior ao incinerador, aproximadamente 600 °C e gera menos poluentes. O sistema de tratamento através do plasma frio atenua de grande forma a geração dos resíduos contaminantes, contribuindo para a diminuição dos custos e o manuseio com resíduos perigosos. Quando comparado com a incineração o tratamento à plasma frio diminui drasticamente a emissão de gases. O plasma frio exhibe padrões de desempenho ambientais permitindo atender a normas ambientais rígidas (RODOPOULOS, 2018).

3.3.3 AUTOCLAVAGEM

É chamada de autoclavagem a esterilização dos resíduos sólidos de saúde por meio do vapor de água sob determinada pressão até que se tornem estéreis (IBAM, 2016 *apud* SIZILIO et al, 2017).

Devido a utilização do vapor d'água os resíduos podem ter sua massa aumentada, sendo assim geralmente as autoclaves possuem dispositivo mecânico descompressão diminuindo o volume (OLIVEIRA, 2018).

Para obter êxito na descontaminação dos resíduos sólidos de saúde através da autoclavagem, os mesmos sofrerão um vapor d'água com temperaturas entre 121 a 132°C, de 15 a 40 minutos. Dessa forma ocorre a termocoagulação das proteínas citoplasmáticas destruindo os agentes patogênicos (GALVÃO, 2012).

Silva et al. (2018) salienta que o melhor é optar por destinar os resíduos de saúde para tratamento em autoclaves, pois a alta pressão e a temperatura aniquila todos os microrganismos e os lixos retirados das autoclaves podem ser dispostos em aterros especiais, sendo a autoclavagem um tratamento que não gera e nem libera gases no decorrer do tratamento, sendo assim esse tratamento considerado melhor em relação à incineração ao se tratar de geração e liberação de gases. É notável que a autoclavagem necessita que um aterro maior para destinar seus resíduos, visto que ela realiza a destruição dos materiais contaminantes presentes

nos resíduos, mas os mesmos são destinados em aterros da mesma forma em que foram colocados dentro da autoclave para receber tratamento.

3.4 DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS PERIGOSOS

O lixão é uma maneira irregular de descartar os resíduos, sejam eles perigosos ou não, trata-se de um buraco bem grande feito através de máquinas, onde ali é depositado todos os resíduos gerados por uma cidade, sem separação. Resultando em doenças, proliferação de animais vetores de doenças como ratos, mosquitos e polui de maneira drástica o solo e o lençol freático. Mediante a política nacional dos resíduos sólidos, os lixões envolvem-se em uma questão de desativação e estão sendo implantados os aterros sanitários, pois os lixões não dispõem de impermeabilização do solo e também não é feito o controle do gás emitido através da decomposição dos resíduos (LIEBL, 2020).

Fernandes (2019) defende a necessidade de estudos cautelosos e fundamentados para determinar uma área para implantar um aterro sanitário. É importante destacar, que para que o aterro sanitário tenha um uso prolongado é necessário que ocorra a coleta seletiva, separando o material reciclável e o não reciclável realizando um trabalho de educação ambiental com toda a população.

De acordo com a NBR 10.157, as exigências para operação de aterro de resíduos perigosos objetivam assegurar a qualidade hídrica das fontes superficiais e subterrâneas, bem como dos operadores desses aterros e as populações vizinhas. Sendo assim, em conformidade com a normativa, o aterro deve apresentar:

- Impermeabilização de dupla camada para evitar infiltração de líquidos percolados;
- Deve haver sistema de detecção de vazamentos; assim haverá um esquema que, quando colocado sob as camadas impermeabilizantes, ocorrendo algum vazamento, o mesmo será identificado;
- Monitoramento dos gases constantemente sendo assim devem ser efetuadas medições da concentração da vazão dos gases produzidos no aterro;
- Devem ser seguidos planos de encerramento de atividades de aterro;
- Há a necessidade de uma rede de drenagem subsuperficial, onde o líquido que percola oriundo do resíduo deve ser removido;

- Há a necessidade de ser instalada uma rede de drenagem superficial, onde funcionará um sistema de captação e desvio das águas provenientes do escoamento superficial das áreas internas e externas do aterro;
- Deve acontecer o monitoramento das águas subterrâneas, através de uma rede de poços;
- Para a instalação de um aterro de resíduos perigosos deve ser realizada a topografia e deve haver uma declividade superior a 1% e inferior a 20%;
- O tipo de solo possui grande importância, pois está diretamente relacionado com a capacidade de infiltração e depuração;
- O aterro tende a estar situado a uma distância mínima de 200 metros de qualquer recurso hídrico;
- É recomendada uma vida útil mínima desses aterros de resíduos perigosos de 10 anos;
- Esses aterros devem ter uma distância mínima de áreas populacionais de 500 metros;
- Esses aterros não devem ser construídos em localizações propícias à inundações;
- Os sedimentos, ao chegarem no aterro, necessitam ser examinados para que suas características físicas e químicas possam ser identificadas e ocorra um manuseio correto;
- Os aterros de resíduos perigosos devem possuir laboratório para análises constantes.

3.5 MONITORAMENTO DO FUNCIONAMENTO DE UM INCINERADOR

Há um desafio constante aos órgãos e organizações ao se tratar de tratamento correto de resíduos de serviços de saúde sendo importante salientar a técnica de incineração como uma das mais utilizadas em todo o país, os estabelecimentos de saúde geradores de tais resíduos perigosos são responsáveis pelo resíduo perigoso desde a geração até a destinação final, podendo terceirizar o serviço de tratamento para alguma empresa capacitada para realizar esse serviço, sendo necessário e importante o gerador responsável pelo resíduo fazer auditorias

para garantir se tais empresas estão executando os serviços como o esperado (MOL, 2017).

De acordo com a Resolução CONAMA 316/2002 a empresa responsável pelo tratamento térmico dos resíduos sólidos de serviço de saúde, os receberá se os mesmos possuírem documentos de registro com informações da fonte geradora detalhes sobre eles, sendo de suma importância a classificação dos resíduos, considerando os grupos que esses venham a pertencer, como o grupo A, grupo B e grupo D. Vale ressaltar que as câmaras dos incineradores funcionarão no mínimo com oitocentos graus celsius e em seu interior os gases permanecerão em tempo mínimo de residência de um segundo.

3.6 HOSPITAIS E PLANOS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PGRSS)

É importante a compreensão de que o gerador do resíduo sólido de saúde é responsável por criar e executar o controle do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Saúde (PGRSS). No mesmo é expressado detalhes no manuseio com os resíduos de saúde, da mesma maneira que a desagregação dos resíduos conforme suas classificações, bem como dispor materiais perfurocortantes em caixas próprias e identificadas, objetos como gazes, esparadrapos, luvas, dentre outros que são considerados de uso íntimo devem ser dispostos em coletores próprios. Entende-se então que no PGRSS deve constar todos os detalhes com o manuseio com os resíduos desde a geração, passando pela separação correta com o descarte, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final (ROCHA et al., 2019).

Por meio do PGRSS de um hospital, é possível obter diversos incentivos, como diminuir riscos para saúde dos funcionários e também da população atendida no hospital, principalmente se tratando em resíduos de alta periculosidade, pois são infecciosos, tóxicos. Ocorrendo a redução de resíduos que necessitam ser encaminhados para tratamento por incineração e redução de resíduos comuns. É fundamental destacar a necessidade da capacitação dos funcionários encarregados pela limpeza quanto aos métodos de identificação, classificação e manuseio com os resíduos sólidos de saúde e também da utilização de equipamentos de proteção individual para apropriados para o manejo desses resíduos (SILVA; COSTA, 2009).

3.7 ESTUDOS DE CASO

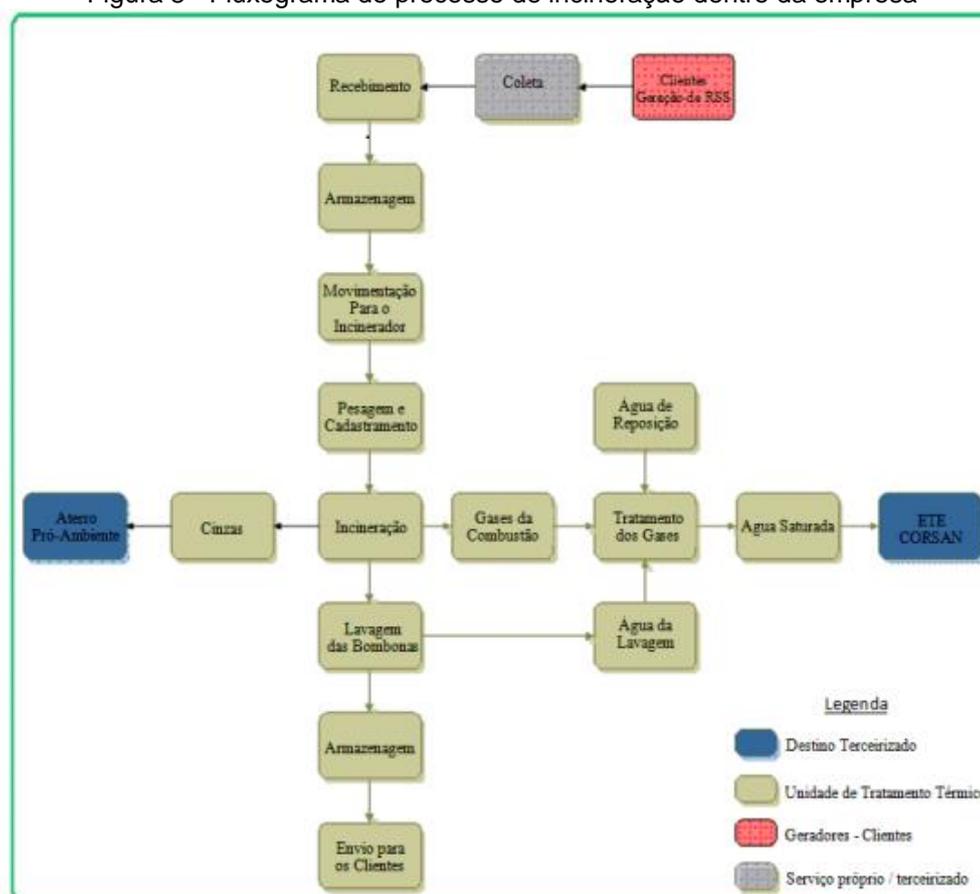
Conforme estudo realizado por Ramos e Ferreira (2018), os autores desenvolveram uma pesquisa referente a atividade da empresa de determinada empresa de Tecnologia Ambiental, conseguindo apontar se a empresa age conforme a licença de operação seguindo as legislações pertinentes, sendo importante salientar que a mesma realiza o tratamento de resíduos de serviço de saúde através da incineração no estado do Rio Grande do Sul.

Os autores destacam a importância de os colaboradores da empresa de tratamento desses resíduos receberem treinamentos para que esses consigam desenvolver suas atividades de acordo com o plano de gestão ambiental. Assim a empresa explorada desenvolve o gerenciamento dos resíduos de saúde, tratando corretamente os resíduos infectantes, biológicos, dentre outros oriundos do serviço de saúde. A empresa possui licença de operação vigente com o órgão ambiental e a mesma é autorizada transportar os resíduos da fonte geradora até a empresa de tratamento com 15 veículos no estado do Rio grande do Sul.

Nos resíduos coletados e incinerados pela empresa predominam os pertencentes ao grupo A (biológicos), mas ela também realiza o tratamento do grupo E (perfurocortantes). A mesma atua com 3 incineradores ativos da marca LUFTECH – RGL600SE, realizando neles manutenções periódicas e rigorosas.

A figura 8 mostra o processo de incineração dentro da empresa, ou seja, as etapas que o tratamento percorre.

Figura 8 - Fluxograma do processo de incineração dentro da empresa



Fonte: Ramos e Ferreira (2018).

Após a empresa realizar o processo de incineração o material sólido resultante tem uma redução em torno de 97% de volume e do peso, já tendo ocorrido a destruição das propriedades biológicas do resíduo. Estando esses resíduos em forma de cinzas após a incineração são depositados nos Aterros de Resíduos Industriais e Perigosos em que a empresa possui contrato.

O material gasoso gerado durante a incineração passa pelo procedimento de lavagem dos gases. Durante o sistema de lavagem dos gases ocorre a remoção de materiais particulados e a retenção dos gases tóxicos, sendo possível citar óxidos de nitrogênio, dióxido de carbono, óxido de carbono, óxido de enxofre, nitrogênio e elementos orgânicos, de acordo com o relatório de teste de queima da empresa.

A figura 9 a seguir, apresenta o lavador de gases utilizado pela empresa, neste equipamento é realizado o tratamento dos gases liberando-os para a atmosfera possuindo níveis abaixo do permitido pela legislação.

Figura 9: Lavador de gases para gerenciamento da poluição atmosférica



Ramos e Ferreira (2018)

A empresa trata a água oriunda da lavagem dos gases para manter o pH alcalino, os materiais particulados presentes nessa água vinda da lavagem dos gases são retirados em tanques decantadores, os evaporadores fazem a evaporação dos sais dissolvidos e transformam a água da lavagem em lama e ela é colocada em aterros de resíduos Classe I.

Por meio da pesquisa de Ramos e Ferreira (2018) pode-se concluir que a empresa está operando conforme as legislações atuais pertinentes determinadas na licença de operação, a empresa também possui equipamentos e instalações de acordo com as normas, é importante salientar que na empresa ocorre fiscalização constante dos órgãos responsáveis.

Já na pesquisa de Pinto (2018), o mesmo desenvolveu um estudo de caso em uma empresa que insere na produção de argamassas utilizadas na construção civil as cinzas provenientes do processo de incineração de resíduos sólidos de serviços de saúde em Natal, Rio Grande do Norte. As cinzas empregadas no desenvolvimento da pesquisa foram fornecidas pela empresa, a mesma segue os padrões exigidos pelas normas regulamentadoras como temperatura, por exemplo.

A incineradora trata resíduos sólidos de saúde do grupo A, B e E, durante seu funcionamento a empresa dispõe as cinzas resultantes das incinerações em

aterros licenciados. Pode-se ver na figura 10 o incinerador da empresa como também os diques de aterro onde a empresa realiza a disposição final das cinzas.

Figura 10: Incinerador e Aterro de disposição final



Pinto (2018)

O produto resultante mostrou benefícios na qualidade da argamassa e também para o meio ambiente, reduzindo espaços de destinação final dessas cinzas, pois ao invés delas serem destinadas em aterros foram empregadas nas produções de argamassas aumentando o tempo útil dos aterros da incineradora. Através de testes com granulometrias variadas das cinzas concluiu-se que adições com no máximo 20% de cinzas apresentam resultados positivos à argamassa.

Destaca-se também o estudo de caso realizado por Ishida e Almeida (2019), o mesmo foi realizado em quatro hospitais de pequeno porte na mesorregião do leste rondoniense, ou seja, esses hospitais possuem até 50 leitos de internação. A pesquisa foi elaborada em hospitais de Jí-Paraná que possui 46 leitos de internação, Cacoal que possui 23 leitos de internação e Ouro Preto do Oeste que compreendeu dois hospitais totalizando 42 leitos de internação, em Rondônia.

Ocorreu a exploração do PGRSS dos quatro hospitais, aconteceram visitas em todos os setores dos hospitais, sendo clínica médica, cirúrgica, maternidade, pediatria, unidade de terapia intensiva adulta (UTI), centro cirúrgico, central de material e esterilização, atendimento de emergência, serviços de nutrição e dietética, lavanderia, farmácia e almoxarifado, setor de imagem, setores administrativos e hospitalar, comissão de controle de infecção hospitalar, enfermagem, com o intuito

de enxergar os problemas e as facilidades na geração do resíduo sólido de saúde, além da análise da conduta dos profissionais em todos os períodos de manuseio com os resíduos.

É possível observar que em todos os hospitais envolvidos na pesquisa, os resíduos de serviço de saúde foram pesados durante sete dias por 24 horas, foram apurados os números de pacientes internados de todos os setores para obter o senso hospitalar.

Houve uma análise profunda nos PGRSS dos hospitais envolvidos no estudo referente à gestão do manuseio desses resíduos gerados dentro dos hospitais, resultando em uma tabela completa com as categorias que deveriam constar no PGRSS e as que foram descritas, sendo todas essas de suma importância para um gerenciamento correto desses resíduos gerados hospitalares, desde a geração até a destinação final.

No Quadro 1, elaborado na pesquisa de Pinto (2018), seguem presentes informações referente ao PGRSS dos hospitais em estudo.

Quadro 1 - Informações referente ao PGRSS dos hospitais em estudo

Categorias avaliadas no PGRSS	H 1	H 2	H 3	H 4
Caracterização do estabelecimento de saúde				
Identificação do estabelecimento de saúde	■	■	■	■
Responsável pelo estabelecimento de saúde	■	■	■	■
Responsável técnico do PGRSS	■	■	■	■
Certificado de responsabilidade técnica	■	■	■	■
Número de leitos	■	■	■	■
Unidades de serviços	■	■	■	■
Objetivos gerais	■	■	■	■
Diagnóstico situacional	■	■	■	■
Segurança do trabalhador EPI e EPC	■	■	■	■
Resíduos gerados				
Caracterização dos resíduos gerados	■	■	■	■
Segregação para os resíduos dos grupos A,B,C,D,E	■	■	■	■
Acondicionamento para os resíduos dos grupos A,B,C,D,E	■	■	■	■
Identificação				
Identificação dos sacos e recipientes	■	■	■	■
Identificação dos recipientes de coleta interna e externa	■	■	■	■
Identificação dos locais de armazenamento	■	■	■	■
Armazenamento, coleta e transporte interno				
Coleta e transporte	■	■	■	■
Roteiros para coleta	■	■	■	■
Recipientes para transporte	■	■	■	■
Armazenamento temporário	■	■	■	■
Armazenamento, coleta e transporte externo				
Roterio para traslado do RSS	■	■	■	■

Armazenamento externo				
Tratamento				
Tipo de tratamento intra estabelecido				
Tipo de tratamento extra estabelecido				
Capacitação dos recursos humanos				
Cronograma de treinamentos				
Lista de presença dos treinamentos				
Monitorar e avaliar o PGRSS				
Indicador taxa de acidentes com resíduo perfurocortante				
Indicador variação da geração dos resíduos				
Indicador da variação da proporção de resíduos do grupo A,B,C,D,E				
Indicador variação do percentual de reciclagem				
Indicadores claros, objetivos, autoexplicativos e confiáveis que permitam acompanhar a eficácia do PGRSS				
Referências ao final do PGRSS				
Contrato com empresa terceirizada				
Apresentar o certificado de coleta de resíduos – CCR				
Apresentar o certificado de destinação final de resíduos – CDR				
Como ocorre a coleta				
Como ocorre o transporte				
Como ocorre o tratamento				
Como ocorre a destinação final				

Fonte: Ishida e Almeida (2019)

Quadro 2: Identificação das cores presentes no Quadro anterior

Identificação das cores	
Descrito no PGRSS de forma completa	
Consta no PGRSS mas com informações incompletas e muito vagas	
Não consta no PGRSS	

Fonte: Próprio Autor (2021)

Por meio do Quadro 1 é possível identificar que os PGRSS dos hospitais envolvidos no estudo são incompletos, muitas informações referentes aos resíduos não são levadas em consideração, não constam no PGRSS, constatando um grande desafio é a gestão dos geradores no manuseio com esses resíduos, pois como o resíduo precisa ser identificado, separado conforme sua classificação, entende-se que depende totalmente dos geradores a excelência da gestão interna nos hospitais para evitar que resíduos contaminados venham a ser dispostos inadequadamente, não sendo tratados e resultando em contaminação do meio ambiente e prejudicando a saúde humana.

Galvão (2012) realizou 2 estudos de caso no laboratório central de saúde pública do estado de Minas Gerais, provenientes de 13 laboratórios de Lacen – MG. A pesquisa tinha 2 propósitos, sendo eles analisar a eficiência do tratamento de

resíduos do subgrupo A1 através da autoclavagem e analisar a eficiência do tratamento de resíduos contendo somente culturas positivas de *Micobacterium tuberculosis* também através da autoclavagem.

No primeiro estudo de caso ocorreu a caracterização dos resíduos sólidos de saúde da classe A1, durante 7 dias para verificar como o gerenciamento desses resíduos acontece e a partir disso compreender a quantidade de resíduo gerado e como isso é abordado no PGRSS da entidade envolvida na pesquisa.

Os resíduos foram dispostos em embalagens especiais para autoclave, produzidas em polietileno de alta densidade, em seguida os mesmos foram definidos conforme composição, volume e peso. Os mesmos foram examinados seguindo alguns critérios, sendo eles:

- Erros percebidos na segregação, resultando em mistura dos resíduos;
- Armazenamento;
- No arranjo dos resíduos;
- Volume (por altura) e quantidade de resíduo por saco.

As embalagens a ser destinadas no tratamento foram pesadas diariamente para indicar a quantidade de resíduos.

Inicialmente ocorreu a caracterização da fluência dos resíduos tendo sido eles pesados e classificados conforme a origem, onde foram observadas a rotina laboratorial desde a geração até o transporte interno.

Em seguida os resíduos passaram por tratamento na autoclave e houve o monitoramento da eficácia do tratamento, sendo essa monitoração realizada com uso do indicador biológico. O processo ocorreu na autoclave por 40 minutos a uma temperatura de 121° C.

No segundo estudo de caso a preocupação foi analisar a eficácia do processo de autoclavação dos resíduos infectantes em especial aos oriundos do laboratório de tuberculose. Sendo assim os resíduos infectantes (tubos de ensaio) possuindo culturas positivas do *Micobacterium tuberculosis* foram condicionados em caixas metálicas de aço inox para passarem pelo tratamento na autoclave.

Durante o período de 3 meses os colaboradores do laboratório de tuberculose foram orientados a colocar no fundos das caixas do material contaminado um frasco do indicador biológico, pois posteriormente foram dispostos ali naquela caixa 250 tubos de ensaios contaminados com cultura positiva do bacilo da tuberculose, onde essas caixas passaram pelo tratamento na autoclave.

Essas caixas em aço inox com o material contaminado foram submetidas ao tratamento durante 30 minutos a uma temperatura de 127°C, a autoclave utilizada no estudo foi horizontal de fronteira da marca Baumer.

Nos dois estudos, após o processo de tratamento na autoclave, os indicadores biológicos foram removidos da autoclave e aguardou-se o resfriamento deles. Posteriormente esses frascos de indicador biológico foram colocados em uma estufa bacteriológica por 48 horas, sendo possível na estufa bacteriológica observar a eficiência do tratamento.

Por meio do estudo foi possível identificar erros ocorridos na segregação dos resíduos nas fontes geradoras, sendo essas instituições falhas por não empregar o determinado no PGRSS e descumprindo as legislações. Após essas percepções foram realizados treinamentos dentro das instituições geradoras dos resíduos e houve uma melhora perceptível na segregação dos resíduos, assim ocorreram novas pesagens de resíduos nas unidades geradoras e constatou-se uma redução considerável dos resíduos gerados.

Da mesma forma, o manuseio, o armazenamento e o transporte dos sacos plásticos e caixas em aço inox com os resíduos infectados era realizado de forma absolutamente errada, o transporte dos resíduos eram realizados pelos funcionários das instituições geradoras, levando esses materiais nas mãos em horário de fluxo elevado da população, fugindo de todas as orientações das normas regulamentadoras.

Foram monitorados 18 sacos com resíduos que passaram pela autoclavagem, desses 10 apresentaram ineficácia, houve o crescimento biológico após a autoclavagem e os outros 8 sacos apresentaram eficácia ao tratamento, não houve crescimento biológico. Práticas inadequadas nas instituições geradoras durante todo o processo desde a geração até o tratamento pode ter contribuído para essa ineficácia. Um fator muito importante no resultado foi a quantidade de resíduo na embalagem, os sacos que possuíam resíduos além do indicado apresentaram o crescimento biológico e os sacos que continham menor quantidade de resíduos apresentaram um tratamento eficaz e não houve crescimento biológico. Foi possível verificar que a altura do resíduo na embalagem influencia mais que o peso, sendo assim concluiu-se que para que ocorra a desinfecção do material por completo, o vapor precisa atingir todos os materiais dentro da embalagem.

Para confirmar a eficácia do tratamento foram realizados novamente os estudos, nessa etapa ocorreu a segregação e armazenamento correto, foram respeitados os limites de materiais contaminados dentro dos sacos. O resultado apresentou eficácia em todos os sacos, não houve o crescimento de nenhum micro-organismo.

Comprova-se a necessidade de capacitação e acompanhamento dos colaboradores, pois a segregação e o armazenamento correto na fonte geradora do resíduo vão garantir a eficácia do tratamento.

A segunda etapa do estudo foi analisar a eficácia do tratamento de autoclavagem daqueles resíduos acondicionados em caixas de aço inox, sendo 20 caixas monitoradas, contendo elas cerca de 5000 tubos de ensaio com culturas positivas de *Micobacterium tuberculosis*. Os resultados foram excelentes, todas as caixas apresentaram eficácia no tratamento, onde nenhum indicador biológico apresentou crescimento de micro-organismos. Posteriormente esses tubos foram acondicionados em caixas especiais para perfurocortantes e colocados dentro de sacos brancos com risco biológico, enviados esses para disposição final em aterros sanitário.

4 METODOLOGIA

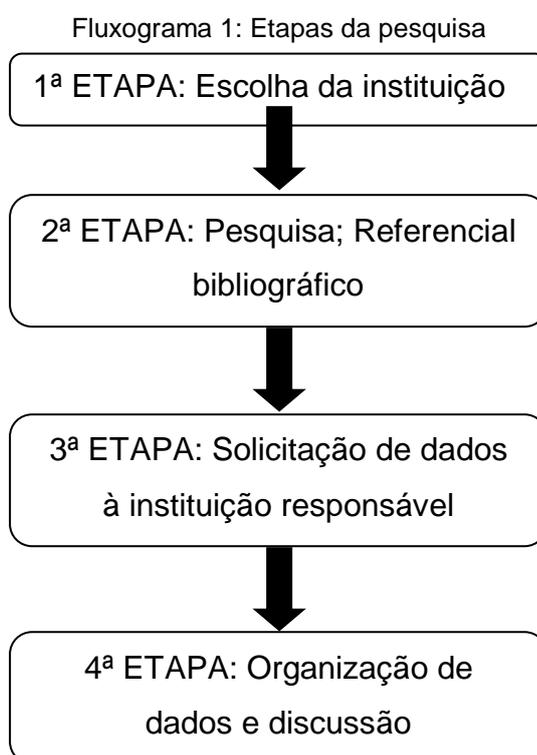
4.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Ariquemes está localizado a 200 km a sudeste da capital do estado, Porto Velho, possui um clima tropical úmido (CAMPOS, 2002). Situado na região tropical, próximo a linha do equador com área territorial de 4.426,6 Km², possui população estimada de 109.523 habitantes segundo IBGE para o ano de 2020. Sua economia está firmada em especial na agricultura de grão, arroz, milho, com destaque na produção de soja, bem como a pecuária sendo a criação de bovinos e a piscicultura de peixes (CARVALHO, 2016).

O consórcio intermunicipal de saneamento da região central de Rondônia - CISAN Central/RO, possui suas instalações na cidade de Ariquemes, aglomerando 15 municípios.

4.2 ETAPAS DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida em 4 etapas, conforme ilustrado na Figura 11.



Fonte: Próprio Autor (2021)

De acordo com a fluxograma 1, a primeira etapa está relacionada com a escolha da instituição onde foi feito o estudo, onde é realizado o tratamento de resíduos sólidos de saúde de entidades municipais através da autoclave.

Para isso foi realizado contato formal com os responsáveis pela instituição, para obter autorização ao acesso de informações referente ao tratamento realizado na mesma, através de ligações telefônicas e e-mail.

Na segunda etapa foram realizadas pesquisas de artigos científicos, normas e legislações sobre o tema. Conseqüentemente foi adquirida maior compreensão sobre o assunto para discussão dos resultados.

Na terceira etapa foi realizada a solicitação de dados para instituição, a respeito sobre o funcionamento do tratamento no consórcio. Esses dados foram obtidos através de um questionário respondido pelo responsável ao tratamento do consórcio e também ao acesso à planilha de controle de pesagem do material recebido para tratamento.

Na quarta etapa foram organizados os dados em tabelas e gráficos por meio do software Excel 2016. Na sequência a discussão dos resultados, pautada em artigos, normas e legislação vigente.

4.3 QUESTIONÁRIO

O questionário realizado na presente pesquisa não precisou ser encaminhado para o Comitê de Ética em Pesquisas (CEP), conforme Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 510 de 2016, menciona que as pesquisas que devem ser avaliadas pelo CEP são aplicáveis na área de Ciências Humanas e sociais, nas quais há procedimentos metodológicos que abranjam a aplicação de dados diretamente obtidos com os constituintes e informações detectáveis ou que possam ocasionar riscos maiores do que os efetivos.

Os dados solicitados são de domínio público, visto que o consórcio intermunicipal presta serviços para a comunidade, ainda os dados são apresentados semestralmente para o órgão ambiental responsável.

Sendo assim a presente pesquisa não irá afetar riscos maiores aos existentes na vida cotidiana de quem será abordado para levantamento de informações relacionadas ao escopo da pesquisa, sendo o sistema de tratamento de

resíduos sólidos provenientes dos serviços de saúde da administração pública de Ariquemes.

O questionário abordou os seguintes questionamentos:

- Como é o operacional do sistema Cisan?
- Qual o modelo da autoclave utilizada?
- Quantas autoclaves o Cisan possui em funcionamento?
- Qual a temperatura que a autoclave realiza o processo?
- Quais são os testes de autoclavagem realizados (para confirmar a eficiência do processo)?
- Quais as classificações dos resíduos tratados no consórcio?
- Qual é o volume de resíduos tratados?
- O Consórcio Cisan trata os resíduos de quais locais?
- Para onde são destinados os resíduos após o tratamento?

5 RESULTADOS

O consórcio intermunicipal Cisan realiza o tratamento em determinados resíduos do Grupo A, sendo eles A1 e A4 e os resíduos do Grupo E. É importante salientar que não são todos os resíduos do subgrupo A4 que o consórcio recebe para realizar o tratamento. Sendo esses resíduos oriundos das unidades de saúde pública que estão sob responsabilidade da prefeitura de Ariquemes. A operação do tratamento dos resíduos sólidos de saúde é realizada através de uma unidade de esterilização por processo de autoclavagem, após esses resíduos passarem pelo tratamento são dispostos em células de disposição de resíduos domésticos.

O consórcio possui uma unidade de autoclave utilizada, sendo a mesma horizontal, de modelo 39206R, com capacidade de 480 L, da marca PHOENIX. Durante o tratamento a mesma funciona em uma temperatura de 105°C a 150°C.

Após o tratamento os resíduos retirados da autoclave passam por um teste de eficiência, sendo esse o teste com fita específica que comprova a inertização biológica. O teste é indispensável para inibir qualquer possibilidade de um resíduo ser disposto no meio ambiente ainda contaminado.

A seguir temos a quadro 1 preenchido pelo consórcio, onde consta a data em que o resíduo chegou no consórcio para tratamento, a especificação do resíduo e o peso dos resíduos.

Quadro 1: Detalhamento do resíduo recebido pelo Consórcio Cisan no ano de 2020

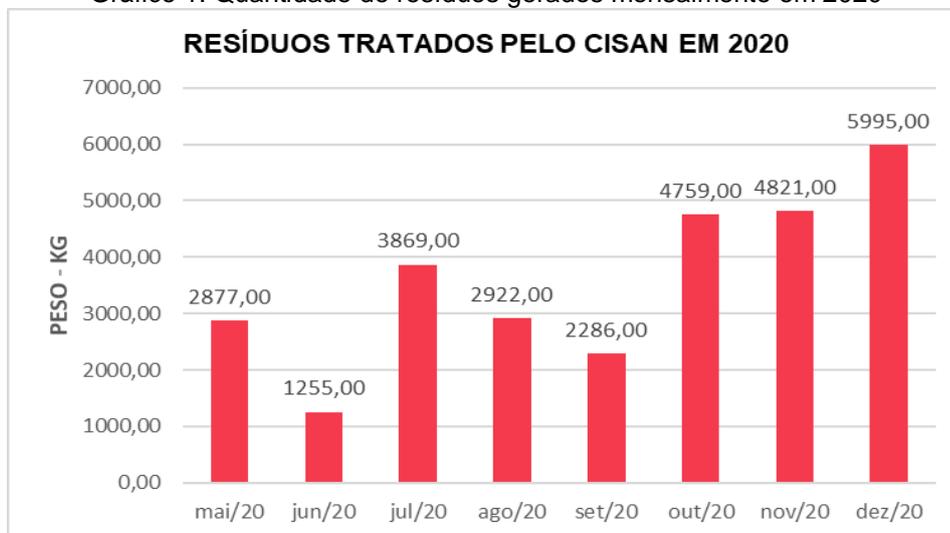
RESÍDUO INFECTANTE E PERFUROCORTANTE		
MÊS/ ANO	DESCRIÇÃO	PESO (KG)
jan/20	LIXO HOSPITALAR INFECTANTE/PERFUROCORTANTE	0,00
fev/20	LIXO HOSPITALAR INFECTANTE/PERFUROCORTANTE	0,00
mar/20	LIXO HOSPITALAR INFECTANTE/PERFUROCORTANTE	0,00
abr/20	LIXO HOSPITALAR INFECTANTE/PERFUROCORTANTE	0,00
mai/20	LIXO HOSPITALAR INFECTANTE/PERFUROCORTANTE	2877,00
jun/20	LIXO HOSPITALAR INFECTANTE/PERFUROCORTANTE	1255,00
jul/20	LIXO HOSPITALAR INFECTANTE/PERFUROCORTANTE	3869,00
ago/20	LIXO HOSPITALAR INFECTANTE/PERFUROCORTANTE	2922,00
set/20	LIXO HOSPITALAR INFECTANTE/PERFUROCORTANTE	2286,00
out/20	LIXO HOSPITALAR INFECTANTE/PERFUROCORTANTE	4759,00
nov/20	LIXO HOSPITALAR INFECTANTE/PERFUROCORTANTE	4821,00
dez/20	LIXO HOSPITALAR INFECTANTE/PERFUROCORTANTE	5995,00
TOTAL 2020		28.784,00

Fonte: Consórcio Cisan, Ariquemes / 2020

Ao observar a planilha é possível identificar que durante os meses de janeiro a abril de 2020 o consórcio não recebeu resíduo. Consta na mesma o peso de resíduos recebidos mensalmente, totalizando 28.784 KG de resíduos entre os meses de maio a dezembro.

A seguir observa-se o gráfico 1, onde o mesmo mostra os meses em que houve uma maior geração de resíduos e conseqüentemente maior quantidade de resíduos tratados pelo CISAN. O aumento desses resíduos em determinados meses como é possível ver é devido à pandemia do COVID 19, já que o crescimento dos casos de indivíduos contaminados com o vírus levou ao aumento da geração de resíduos nas unidades de saúde.

Gráfico 1: Quantidade de resíduos gerados mensalmente em 2020



Fonte: Consórcio Cisan, Ariquemes (2020)

A seguir há imagens do consórcio Cisan, na figura 11 observa-se a estrutura do Consórcio Cisan e a autoclave utilizada. Percebe-se que o galpão utilizado pelo consórcio possui vários vãos de ventilação, sendo esses portas e janelas e uma boa higienização do local.

Figura 11: Estrutura do Consórcio Cisan e Autoclave



Fonte: Consórcio Cisan (2020)

Já na figura 12 observa-se a sala onde encontra-se a autoclave, é notável a limpeza do ambiente e organização.

Figura 12: Sala Autoclave



Fonte: Consórcio Cisan (2020)

Na figura 13 observa-se funcionários operando a autoclave, sendo possível analisar a forma como os resíduos estão sendo organizados e colocados na autoclave, onde esses estão dispostos em embalagens específicas para autoclave para receber o tratamento e vê-se que os operadores estão utilizando os equipamentos de segurança conforme recomendado.

Figura 13: Organização e funcionamento da Autoclave



Fonte: Consórcio Cisan 2020

O estudo de Felisardo e Santos (2021) revelou um crescimento do lixo hospitalar e de equipamentos de proteção individual, resultantes do combate à pandemia. O autor destaca o resultado de uma pesquisa realizada no continente asiático, onde foi estimado um elevado número referente aos resíduos hospitalares da pandemia COVID-19, o mesmo foi avaliado segundo a quantidade de indivíduos infectados e a produção de resíduos por leitos. A Índia resultou em 6.491,49 toneladas de resíduos diariamente, já o Irã gerou 1.191,04 toneladas diariamente e o Paquistão 1.099,30 toneladas diárias.

Segundo Alves e Hanna (2021), o crescimento dos resíduos hospitalares apresentou aumento demasiado, entre esses resíduos estão produtos de higiene e equipamentos de proteção individual, medicamentos, reagentes para exames laboratoriais, dentre outros. O aumento dos resíduos biomédicos apresentou na região de Catalunha na Espanha 350%, em Bangladesh ocorreu 14.500 toneladas de resíduos hospitalares em abril de 2020.

Conforme Araújo e Silva (2020) relatam, que diante da ameaça de contaminação através de resíduos contaminados com o vírus, é fundamental que os serviços de tratamento e destinação correta não sejam interrompidos. Segundo os autores os governos tiveram que tomar providencias referente aos cuidados com a gestão dos resíduos, sendo necessário levar a responsabilidade também à população que foi orientada a colocar resíduos infectados pelo vírus em dois sacos plásticos, lacrados corretamente e identificados para preservar a saúde e evitar a contaminação dos trabalhadores envolvidos nas coletas e manejos dos resíduos.

6 CONCLUSÃO

Por meio da pesquisa foi possível obter conhecimento científico relacionada com a gestão eficiente dos resíduos sólidos de saúde, de modo a evitar a proliferação de doenças e a contaminação de solos, águas e da atmosfera, conseqüentemente melhoria sócio ambiental. O funcionamento do sistema de tratamento dos resíduos de saúde realizado no município de Ariquemes, é por meio de autoclave.

O levantamento dos dados possibilitou o conhecimento das etapas do sistema de tratamento, o monitoramento e a destinação final de resíduos perigosos pelo consórcio Cisan, no qual são destinados, após esterilizados no aterro sanitário municipal. O consórcio vem desempenhando um papel fundamental, onde o mesmo tem apresentado resultados positivos referente ao tratamento dos resíduos de saúde das entidades municipais de Ariquemes, podendo citar o hospital municipal, o Centro de Afecções Respiratórias – CAR, dentre outros.

Além do tratamento, foi constatado o atendimento às orientações das normas regulamentadoras citadas no estudo, a respeito dos equipamentos de segurança utilizados pelos funcionários, a organização e limpeza do ambiente e o controle de qualidade do tratamento.

O presente trabalho foi de grande importância, pois possibilitou adquirir habilidades e competências sobre o controle de eficiência do tratamento para alcançar a clareza do desenvolvimento do equipamento utilizado no consórcio e do manuseio com os resíduos.

REFERÊNCIAS

ALVES, Amanda Ribeiro; HANNA, Marina Dias. Impacto da pandemia do coronavírus sobre a produção de lixo hospitalar: uma investigação. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 4, n. 2, p. 7052-7057, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 10004. Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, ABNT, 2004, 71 pág.

CAMPOS, José Cláudio Viégas; REIS, Mauro Rodrigues. Avaliação hidrogeológica da área urbana do município de Ariquemes–Rondônia. **Águas Subterrâneas**, n. 1, 2002.

CARDOZO, Bárbara Cristina et al. Análise do monitoramento ambiental da incineração de resíduos sólidos urbanos na Europa. 2019.

CARDOZO, Bárbara Cristina; MANNARINO, Camille Ferreira; FERREIRA, João Alberto. Análise do monitoramento ambiental da incineração de resíduos sólidos urbanos na Europa e a necessidade de alterações na legislação brasileira. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 26, n. 1, p. 123-131, 2021.

DA SILVA CARVALHO, Roberto Luís et al. COMPORTAMENTO DAS SÉRIES TEMPORAIS DE TEMPERATURA DO AR, UMIDADE E PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NO MUNICÍPIO DE ARIQUEMES (RONDÔNIA-BRASIL)(AIR TEMPERATURE, HUMIDITY AND RAINY PRECIPITATION TIME SERIES BEHAVIOR IN ARIQUEMES TOWN (RONDÔNIA, BRAZIL)). **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 18, 2016.

DA SILVA, Rilton Bruno Lima; SANTOS, Gemelle Oliveira. Caracterização Físico-Química Preliminar dos Efluentes da Incineração de Resíduos Perigosos de Fortaleza-CE. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 3, p. 61-71, 2019.

DA SILVA, Sandra Sereide Ferreira; RAMALHO, Ângela Maria Cavalcanti; SANTOS, Jaqueline Guimarães. A GESTÃO DOS RESÍDUOS DOS SERVIÇOS DE SAÚDE: UMA PROBLEMÁTICA SOCIOAMBIENTAL EM CAMPINA GRANDE–PB.2018.

DA SILVA, Viviane Reis Fontes; MAYWORM, Priscila Bastos; MARQUES, Genaine Mendes. A importância do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde: atuação do enfermeiro-The importance of health services waste management: nurse's performance. **Revista Eletrônica de Ciência, Tecnologia e Inovação em Saúde**, v. 1, p. 25-35, 2020.

DA ROCHA, Etienne Elayne Meireles et al. III-116-DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE: HOSPITAL REGIONAL DE TUCURUÍ/PA.

DE ALBUQUERQUE MARANHÃO, Romero; STORI, Norberto. Gestão de resíduos de serviço de saúde: um estudo de caso na construção do estaleiro e base naval da marinha em Itaguaí/Waste management of health service: a case study on the construction of the yard and naval basis of the navy in Itaguaí. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 10, p. 21834-21846, 2019.

DE CAMARGO, Ândrea Regina; DE MELO, Ismail Barra Nova. A percepção profissional sobre o gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde em unidades básicas e ambulatórios de saúde em um município da Região Metropolitana de Sorocaba, SP, Brasil. **O Mundo da Saúde**, v. 41, n. 4, p. 633-643, 2017.

DE MELO SILVA, Emília Margareth; DA COSTA, Silvana Silva. III-241-IMPLANTAÇÃO DO PGRSS EM HOSPITAL PÚBLICO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE: Estudo de Caso.

DE MENEZES SIZILIO, Franciele et al. BIOSSEGURANÇA: Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde.

DE SOUZA RAMOS, Jonas; FERREIRA, Rafael Lopes. Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde (RSS): uma análise do processo de incineração em uma empresa do Rio Grande do Sul. **Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 13, n. 7, 2018.

DOS SANTOS ARAÚJO, Cristina; SILVA, Viviane Farias. A gestão de resíduos sólidos em época de pandemia do covid-19. **GeoGraphos: Revista Digital para Estudantes de Geografia y Ciencias Sociales**, v. 11, n. 129, p. 192-215, 2020.

FELISARDO, Raul José Alves; DOS SANTOS, Gláucia Nicolau. Aumento da geração de resíduos sólidos com a pandemia do COVID-19: desafios e perspectivas para a sustentabilidade. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 3, n. 3, 2021.

FERNANDES, Danielly Abadia. A importância da implantação do aterro sanitário na cidade de Iraí de Minas-MG. 2019.

GALVÃO, Maria Aparecida. Avaliação da eficácia da descontaminação de resíduos biológicos do subgrupo A1 por tratamento térmico em autoclave a vapor: um estudo de caso. 2012.

ISHIDA, Carina Sena Padovan; DA SILVA ALMEIDA, Ana Aparecida. Desafios na implementação do plano de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde em hospitais. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 1, p. 110-130, 2019.

LIEBL, Joslene Adrieli; COELHO, Karina Almeida; TOURINHO, Luiz Anselmo Merlin. ANÁLISE DA DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOS MUNICÍPIOS DO PARANÁ, CONFORME O RELATÓRIO DA AUDITORIA OPERACIONAL-2011. **Revista TechnoEng-ISSN 2178-3586**, v. 1, 2020.

MENDONÇA, Felipe Lima de. Caracterização das cinzas de incineração de resíduos sólidos de serviços de saúde para inserção em ciclos produtivos e ambientais. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

MOL, Marcos Paulo Gomes; DE SOUZA SANTOS, Elci; DE SOUZA NUNES, Ilana. INSTRUMENTO PARA VISTORIA EM INCINERADORES: UM MODELO BASEADO NO CONTEXTO DOS GERADORES DE RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE. **INOVAE-Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation (ISSN 2357-7797)**, v. 4, n. 1, p. 57-72, 2017.

MUÑOZ, Susana Inés Segura. Impacto ambiental na área do aterro sanitário e incinerador de resíduos sólidos de Ribeirão Preto, SP: avaliação dos níveis de metais pesados. **Saúde Ambiental. Ribeirão Preto**, 2002.

NEVES, Bianca Carvalho das; LIMA, Endrigo Pino Pereira. Condições da prestação dos serviços ambientais de coleta e destinação de resíduos de serviços de saúde em unidades básicas de saúde na cidade de Pelotas, RS, Brasil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 24, n. 1, p. 61-69, 2019.

OLIVEIRA, Samara Alves da Silva et al. Gestão dos Resíduos dos Serviços de Saúde: gerados pelo Centro Integrado de Atendimento à Saúde, Uberlândia-MG. 2018.

PAES, Renato Marcon. Simulação computacional da transferência de calor no escoamento anular de água aquecida por trocador de calor de leito fluidizado borbulhante. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

PINTO, Bárbara Hillary de Almeida. **Estudo de argamassas com adição de cinzas do processo de incineração de resíduos sólidos dos serviços de saúde**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

ROSINI, Daniely Neckel et al. ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA E DE RISCO PARA IMPLANTAÇÃO DE UM ATERRO INDUSTRIAL PARA RESÍDUOS PERIGOSOS NA REGIÃO RODOPOULOS, Alex Alves. A inovação no tratamento de resíduo de serviço de saúde. 2018. SERRANA DE SANTA CATARINA. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, p. 164-181, 2020.

TORRES, Márcia Catarina Brandão. **Caracterização e metodologia de tratamento dos resíduos hospitalares do grupo IV**. 2018. Dissertação de Mestrado.

VIEIRA, Denise Cristiane Ferreira. Proposta de adequação da gestão dos resíduos de serviços de saúde e diagnóstico das condições de saúde ocupacional. Mestrado em Tecnologia ambiental, 2017.



RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

DISCENTE: Marcia Neves da Costa Santos

CURSO: Engenharia Ambiental e Sanitária

DATA DE ANÁLISE: 15.10.2021

RESULTADO DA ANÁLISE

Estatísticas

Suspeitas na Internet: **7,28%**

Percentual do texto com expressões localizadas na internet 

Suspeitas confirmadas: **1,22%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados 

Texto analisado: **92,13%**

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

Sucesso da análise: **100%**

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

Analisado por Plagius - Detector de Plágio 2.4.11
sexta-feira, 15 de outubro de 2021 16:45

PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho da discente **MARCIA NEVES DA COSTA SANTOS**, n. de matrícula **13894**, do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, foi **APROVADO** na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 7,28%. Devendo a aluna fazer as correções que se fizerem necessárias.

Herta Maria de Açuena do N. Soeiro

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