

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANEAMENTO,**  
**MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS**

**AVALIAÇÃO DE REQUISITOS TÉCNICOS PARA**  
**O DESEMPENHO OPERACIONAL DA**  
**AUTOCLAVAÇÃO DE RESÍDUOS DE**  
**SERVIÇOS DE SAÚDE**

**Cíntia Amélia Soares Matos**

**Belo Horizonte**  
**2019**

**AVALIAÇÃO DE REQUISITOS TÉCNICOS PARA O  
DESEMPENHO OPERACIONAL DA  
AUTOCLAVAÇÃO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE  
SAÚDE**

**Cíntia Amélia Soares Matos**

**Cíntia Amélia Soares Matos**

**AVALIAÇÃO DE REQUISITOS TÉCNICOS PARA O  
DESEMPENHO OPERACIONAL DA  
AUTOCLAVAÇÃO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE  
SAÚDE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Área de concentração: Meio Ambiente

Linha de pesquisa: Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Orientador: Liséte Celina Lange

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2019

M433a Matos, Cíntia Amélia Soares.  
Avaliação de requisitos técnicos para o desempenho operacional da autoclavagem de resíduos de serviços de saúde [manuscrito] / Cíntia Amélia Soares Matos. – 2019.  
xi, 168 f., enc.: il.

Orientadora: Liséte Celina Lange.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

Apêndices: f. 99-168.

Bibliografia: f. 90-98.

1. Engenharia sanitária - Teses. 2. Meio ambiente - Teses. 3. Resíduos sólidos hospitalares - Teses. 4. Serviços de saúde - Teses. I. Lange, Liséte Celina. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.

CDU: 628(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
Escola de Engenharia  
*Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos*  
Avenida Antônio Carlos, 6627 - 4º andar - 31270-901 - Belo Horizonte – BRASIL  
Telefax: 55 (31) 3409-1882 - posgrad@desa.ufmg.br  
<http://www.smarh.eng.ufmg.br>

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Avaliação de Requisitos Técnicos Para O Desempenho Operacional da Autoclavação  
de Resíduos de Serviços de Saúde

**CÍNTIA AMÉLIA SOARES MATOS**

Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora constituída pelos Senhores:

  
Profª LISÉTE CELINA LANGE - Orientadora

  
Profª CYNTHIA FANTONI ALVES FERREIRA

  
Profª DANIELE MAIA BILA

Aprovada pelo Colegiado do PG SMARH

  
Prof. Antonio Teixeira de Matos  
Coordenador

Versão Final aprovada por

  
Prof. Lisete Celina Lange  
Orientadora

Belo Horizonte, 08 de março de 2019.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, fonte de toda minha força, por me amparar e abençoar em todos os momentos e por me mostrar que a fé é a base de tudo.

À professora Liséte, por toda dedicação, disposição em ajudar e transmissão de conhecimentos, que contribuiu tanto para meu crescimento profissional.

À FEAM e toda equipe da GESPE, em especial à Alice e Luiza, que sempre me apoiaram e deram todo suporte necessário para realização deste trabalho, por me confiarem à missão de desenvolver um tema de grande relevância.

Agradeço a toda minha família, principalmente meus pais e meus irmãos, que sempre me incentivaram a sonhar alto e focar nos estudos. Em especial a meu pai, José Caetano, que agora se tornou meu anjo, que desde o início do mestrado me encorajava e mesmo nos momentos angustiantes no hospital me dizia para seguir firme com o mestrado.

Ao meu marido, por todo apoio, carinho, incentivo e por entender minhas ausências decorrentes deste trabalho.

Aos meus sobrinhos e afilhados por alegrar meus dias e tornar a jornada mais leve.

Ao grupo SIGERS pela parceria. À professora Sílvia pela presteza ao solucionar as dúvidas.

À banca examinadora, Dra. Cynthia Fantoni e Dra. Daniele Bila, que gentilmente aceitaram o convite para avaliação deste trabalho.

À FUNED e toda equipe da Divisão de Higienização e Produção de Meios de Cultura, em especial à Adriane Souza, por abrirem as portas da instituição e fornecerem todas as informações e testes necessários para realização deste trabalho.

A todos os empreendimentos que firmaram parceria para o desenvolvimento do projeto, pela disponibilidade de realização dos testes e acesso às informações necessárias.

Ao CNPq pela bolsa concedida.

E a todos que contribuíram de alguma forma pela realização deste trabalho.

## RESUMO

A autoclavação é uma das técnicas de tratamento dos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) pertencentes ao grupo de risco biológico e perfurocortantes mais aplicadas no Brasil. Contudo, uma das deficiências em relação ao tratamento por autoclavação refere-se aos parâmetros operacionais e frequência adequada para monitoramento do processo, tendo em vista que há poucas evidências científicas sobre os parâmetros ideais. O objetivo do estudo foi avaliar os requisitos técnicos necessários para a execução da atividade de autoclavação de RSS. Para tanto, foi realizado um diagnóstico dos procedimentos atualmente empregados pelos empreendimentos existentes em Minas Gerais, por meio de análises dos processos de licenciamento ambiental e solicitada complementação de informações por meio de um questionário. Para desenvolvimento dos testes, foram firmadas parcerias com quatro empreendimentos privados e uma instituição pública e elaborado um procedimento operacional para realização dos testes em escala real, em três diferentes cenários, utilizando temperaturas de 150°C, 132°C e 125°C, em tempos de exposição de 15 minutos e tempos reduzidos de exposição (4 ou 10 minutos). Foram identificados 13 empreendimentos privados em Minas Gerais que prestam serviços de autoclavação de RSS e, a partir da análise dos processos de licenciamento, foi possível observar que os empreendimentos utilizam certo padrão de parâmetros operacionais. Contudo, não foi observado nenhum padrão para frequência de monitoramento do processo de tratamento. Os resultados dos planos de teste aplicados nos empreendimentos demonstraram que, dentre os quatro empreendimentos, somente em um houve diferença estatisticamente significativa entre os tempos de exposição dos RSS de 15 minutos e 4 minutos, no cenário 2, no qual foi utilizado a temperatura de 132°C. Entretanto, a modificação do tempo de exposição e/ou temperatura de operação requer mais estudos, assim como parecer favorável do órgão ambiental. Os resultados também revelaram a necessidade de se estabelecer uma frequência de monitoramento do processo de no mínimo duas vezes por semana, com uso de indicador biológico, e uso de indicador químico em todo ciclo de tratamento. Considerando algumas questões observadas durante as visitas técnicas, foram apresentadas medidas de melhoria nas plantas de tratamento, com objetivo de minimizar os riscos inerentes à atividade. Quanto ao plano de teste aplicado na instituição pública, os resultados indicaram que a embalagem autoclavável não influenciou na penetração de vapor na massa de resíduos, mas foram observados pontos com má distribuição de vapor na parte frontal do equipamento.

**Palavras-chave:** autoclavação de RSS, eficiência do processo, monitoramento.

## ABSTRACT

Autoclaving is one of the treatment techniques used to the healthcare wastes belonging to the for the biological group and sharps waste most applied in Brazil. However, one of the gaps with respect to the autoclaving treatment refers to the operational parameters and appropriate frequency for monitoring the process, since there is little scientific evidence on the optimal parameters. The objective of the study was to evaluate the technical requirements necessary to perform the autoclaving activity of healthcare wastes. Therefore, a diagnosis was made of the procedures currently employed by existing enterprises in Minas Gerais, through analyzes of the environmental licensing processes and requested completion of information through a questionnaire. For the development of the tests, partnerships were signed with four private enterprises and one public institution, and an operational procedure was elaborated to carry out the real-scale tests, in three different scenarios, using temperatures of 150 ° C, 132 ° C and 125 ° C, at exposure times of 15 minutes and reduced exposure times (4 or 10 minutes). A total of 13 private enterprises were identified in Minas Gerais that provide healthcare wastes autoclaving services and, based on the analysis of the licensing processes, it was possible to observe that the enterprises use a certain standard of operational parameters. However, no pattern was observed for frequency of monitoring of the treatment process. The results of the test plans applied in the enterprises showed that, among the four projects, only in one there was a statistically significant difference between the exposure time of healthcare wastes of 15 minutes and 4 minutes, in scenario 2, in which the temperature of 132 ° C. However, the modification of the exposure time and / or operating temperature requires more studies, as well as favorable opinion of the environmental agency. The results also revealed the need to establish a monitoring frequency of the process at least twice a week by using a biological and a chemical indicator throughout the treatment cycle. Considering some issues observed during the technical visits, improvement measures were presented in the treatment plants, in order to minimize the risks inherent in the activity. Regarding the test plan applied in the public institution, the results indicated that the autoclavable packaging did not influence the penetration of steam in the waste mass, but points with inadequate vapor distribution were observed in the frontal part of the equipment.

**Keywords:** autoclaving of healthcare wastes, process efficiency, monitoring.

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>VI</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS.....</b>	<b>XIX</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
2.1 <i>Objetivo Geral.....</i>	<i>4</i>
2.2 <i>Objetivos Específicos.....</i>	<i>4</i>
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
3.1 <i>Resíduos de serviços de saúde: gestão e gerenciamento.....</i>	<i>5</i>
3.2 <i>Tratamento e disposição final de Resíduos de Serviços de Saúde no Brasil, em Minas Gerais e no mundo.....</i>	<i>7</i>
3.3 <i>Autoclavação.....</i>	<i>12</i>
3.3.1 <i>Regularização ambiental de autoclaves para tratamento de resíduos.....</i>	<i>21</i>
3.3.2 <i>Monitoramento da eficiência do processo.....</i>	<i>23</i>
3.3.3 <i>Trituração dos RSS.....</i>	<i>31</i>
3.3.4 <i>Saúde e segurança ocupacional.....</i>	<i>32</i>
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>37</b>
4.1 <i>Diagnóstico dos procedimentos operacionais empregados nos empreendimentos.....</i>	<i>37</i>
4.2 <i>Elaboração do procedimento operacional.....</i>	<i>40</i>
4.2.1 <i>Validação do procedimento operacional e realização dos testes nos empreendimentos privados.....</i>	<i>42</i>
4.2.1.1 <i>Caracterização dos empreendimentos.....</i>	<i>42</i>
4.2.1.2 <i>Testes com indicadores biológicos e químicos nos empreendimentos privados..</i>	<i>45</i>
4.2.1.3 <i>Avaliação microbiológica dos RSS nos empreendimentos privados.....</i>	<i>49</i>
4.2.2 <i>Validação do procedimento operacional e realização dos testes na Fundação Ezequiel Dias.....</i>	<i>52</i>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>56</b>
5.1 <i>Diagnóstico dos procedimentos operacionais empregados pelos empreendimentos.....</i>	<i>56</i>
5.2 <i>Avaliação da eficiência do tratamento dos empreendimentos privados a partir dos cenários propostos.....</i>	<i>60</i>

5.2.1 Resultados do Empreendimento B.....	62
5.2.2 Resultados do Empreendimento C.....	67
5.2.3 Resultados do Empreendimento E.....	70
5.2.4 Resultados do Empreendimento I.....	72
5.3 Frequência adequada para monitoramento do processo de tratamento.....	74
5.4 Resultados das análises microbiológicas dos RSS.....	77
5.5 Adequações de segurança e melhorias nos empreendimentos.....	81
5.6 Avaliação da eficiência do tratamento na Fundação Ezequiel Dias.....	84
<b>6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>87</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>90</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>99</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>107</b>
<b>APÊNDICE C.....</b>	<b>109</b>
<b>APÊNDICE D.....</b>	<b>113</b>
<b>APÊNDICE E.....</b>	<b>121</b>
<b>APÊNDICE F.....</b>	<b>129</b>
<b>APÊNDICE G.....</b>	<b>137</b>
<b>APÊNDICE H.....</b>	<b>145</b>
<b>APÊNDICE I.....</b>	<b>153</b>
<b>APÊNDICE J.....</b>	<b>161</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tipos de destinação final dos RSS coletados pelos municípios brasileiros .....	8
Figura 2 – Capacidade instalada para tratamento de RSS no Brasil (ton/ano).....	9
Figura 3 – Esquema de uma autoclave .....	13
Figura 4 – Alteração de pressão em autoclaves em função do tempo.....	14
Figura 5 – Distribuição das notificações de acidentes de trabalho com exposição a material biológico, segundo as circunstâncias do acidente, 2014 (%) .....	33
Figura 6 – Fluxograma da metodologia de pesquisa .....	37
Figura 7 – Fluxograma da Fase I.....	38
Figura 8 – Fluxograma das Fases II e III.....	41
Figura 9 – Modelo de suportes para inserção dos indicadores .....	46
Figura 10 – Plano de testes .....	47
Figura 11 – Incubadora de IBs .....	48
Figura 12 – Fitas contendo <i>G. stearothermophilus</i> .....	49
Figura 13 – Quarteamento dos RSS antes do tratamento .....	50
Figura 14 – Amostragem dos RSS após tratamento .....	51
Figura 15 – IBs inseridos fora da embalagem autoclavável .....	53
Figura 16 – IBs vertidos no caldo nutriente .....	54
Figura 17 – Amostragem do resíduo .....	54
Figura 18 – Diferentes configurações dos IBs avaliados no tratamento .....	55
Figura 19 – Principais marcas de autoclaves utilizadas pelos empreendimentos estudados....	58
Figura 20 – IBs após serem submetidos ao tratamento .....	63
Figura 21 – Resultados de IQs classe 5 .....	66
Figura 22 – Indicadores biológicos e químicos após tratamento .....	69
Figura 23 – Suporte para inserção dos indicadores na massa de resíduos .....	71
Figura 24 – Indicador biológico e químico inseridos na massa de resíduos .....	72
Figura 25 – Localização da autoclave .....	81
Figura 26 – Máscaras de proteção .....	82
Figura 27 – Triturador de RSS .....	82
Figura 28 – Inserção dos RSS nos contêineres.....	83
Figura 29 – Exaustores para autoclave .....	83
Figura 30 – Presença de colônias incontáveis oriunda da amostra de resíduos .....	84
Figura 31 – Tubos de ensaio após incubação .....	85

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tipos de destinação de RSS coletados pelos municípios por regiões do país (%)..	9
Quadro 2 – Tecnologias de tratamento de RSS adotadas em diferentes países .....	10
Quadro 3 – Estudos sobre parâmetros operacionais adequados para autoclavagem.....	17
Quadro 4 – Enquadramento do porte do empreendimento, conforme código F-05-13-7 da DN nº 217/2017.....	22
Quadro 5 – Indicadores biológicos para avaliação da eficácia do tratamento de RSS.....	24
Quadro 6 – Níveis de inativação microbiana .....	25
Quadro 7 – Tipo de indicadores químicos (ANSI/AAMI/ISO 11140-1:2014).....	28
Quadro 8 – Frequência de monitoramento do processo .....	30
Quadro 9 – Quadro síntese dos empreendimentos que firmaram parceria.....	61
Quadro 10 – Resultados do empreendimento B .....	63
Quadro 11 – Resultado dos novos testes, incluindo IQ classe 5 .....	66
Quadro 12 – Resultados do Empreendimento C .....	68
Quadro 13 – Resultados do Empreendimento E.....	71
Quadro 14 – Resultados do Empreendimento I.....	73
Quadro 15 – Resultados dos indicadores avaliados na instituição .....	85

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação de temperatura e intervalo de tempo estimado para os indicadores químicos atingirem o end-point para inativação de esporos de <i>G. stearothermophilus</i> .....	29
Tabela 2 – Quantidade de acidentes de trabalho, segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas, no Brasil - 2015/2017 .....	34
Tabela 3 – Caracterização dos empreendimentos.....	56
Tabela 4 – Parâmetros operacionais adotados pelos empreendimentos .....	57
Tabela 5 – Frequência de utilização dos indicadores de eficiência.....	59
Tabela 6 – Custos dos indicadores .....	75
Tabela 7 – Custos operacionais .....	76
Tabela 8 – Redução da carga microbiana do Empreendimento C –.....	77
Tabela 9 – Redução da carga microbiana do Empreendimento C – 15 minutos de exposição a 132°C.....	78
Tabela 10 – Redução da carga microbiana do Empreendimento C – 4 minutos de exposição a 132°C.....	79
Tabela 11 – Redução da carga microbiana do Empreendimento I – 15 minutos de exposição a 145°C.....	79
Tabela 12 – Redução da carga microbiana do Empreendimento I – 4 minutos de exposição a 145°C.....	80

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AAF – Autorização Ambiental de Funcionamento

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ARC – Agência de Resíduos da Catalunha

ASME – *American Society of Mechanical Engineers*

ATCC – *American Type Culture Collection*

BTEX – Benzeno; Tolueno; Etilbenzeno; Xileno

CAT – Comunicado de Acidente de Trabalho

CDC – *Centers for Disease Control and Prevention*

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DESA – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental

DIEESE – Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos

DGS – Diretoria Geral de Saúde de Portugal

DN – Deliberação Normativa

EHS – *Environmental Health and Safety*

EPA – *Environmental Protection Agency*

EPI – Equipamento de Proteção Individual

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente

FUNED – Fundação Ezequiel Dias

HIV – Vírus da Imunodeficiência Humana

IB – Indicador biológico

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

INSS – Instituto Nacional do Seguro Social

IQ – Indicador Químico

ISO – *International Organization for Standardization*

LAC – Licenciamento Ambiental Concomitante

LAS – Licenciamento Ambiental Simplificado

LAT – Licenciamento Ambiental Trifásico

LO – Licença de Operação

LOC – Licença de Operação Corretiva

MTE – Ministério do Trabalho e Emprego

NBR – Norma Brasileira

NR – Norma Regulamentadora

PBC – Púrpura de Bromocresol

PVC – Policloreto de Vinila

RAS – Relatório Ambiental Simplificado

RMBH – Região Metropolitana de Belo Horizonte

REVLO – Revalidação da Licença de Operação

RDC – Resolução da Diretoria Colegiada

RSS – Resíduos de Serviços de Saúde

SAT – *Sustainability Assessment of Technologies*

SIAM – Sistema Integrado de Informação Ambiental

SUPRAM – Superintendência de Regularização Ambiental

STAATT – *State and Territorial Association on Alternative Treatment Technologies*

UNEP – *United Nations Environment Programme*

WHO – *World Health Organization*

# 1 INTRODUÇÃO

O avanço e melhoria significativa dos serviços de saúde para eliminação de riscos resultou em um aumento na taxa de geração de resíduos de serviços de saúde (RSS), principalmente nos países em desenvolvimento que possuem instrumentos normativos deficientes para gestão adequada destes resíduos (WINDFELD, 2015). Apesar dos RSS representarem uma pequena parcela em relação ao total de resíduos sólidos gerados em um município, esses resíduos necessitam de um gerenciamento adequado e diferenciado, devido sua possibilidade de concentrar agentes biológicos que podem acarretar riscos à saúde e ao meio ambiente, embora, apenas entre 10% a 30% desses resíduos representam de fato algum potencial de risco, quando segregados de maneira adequada (WHO, 2014).

Contudo, segundo Conrady *et al.* (2010), pesquisas têm identificado a geração, nos estabelecimentos prestadores de serviços de saúde, de até 70% de resíduos com possível presença de agentes biológicos, com características de periculosidade, fato que demonstra que a segregação inadequada pode comprometer toda a massa de resíduos e caracterizá-la como resíduos perigosos, capaz de onerar os custos de tratamento.

Os RSS são definidos como aqueles gerados em estabelecimentos de saúde humana e animal e são classificados em cinco grupos, conforme suas principais características (biológicos, químicos, rejeitos radioativos, resíduos similares aos comuns e perfurocortantes), segundo a Resolução da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (RDC/ANVISA) nº 222, de 29 de março de 2018 e a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 358, de 4 de maio de 2005. Tais instrumentos normativos também apresentam a forma de destinação final adequada para cada um dos grupos de RSS, tendo em vista que determinados grupos devem ser previamente tratados antes da disposição final. Desta forma, cabe aos geradores de resíduos de serviços de saúde realizar o gerenciamento adequado desde a geração até a disposição final (BRASIL, 2005a; BRASIL, 2018).

Diversos autores afirmam que não existem fatos capazes de comprovar que os RSS sejam, de fato, mais contaminados que os resíduos sólidos urbanos ou que podem causar doenças e contaminações ambientais (ZANON, 2002; CUSSIOL, 2005; COSTA E SILVA *et al.*, 2011), contudo a maioria dos autores estabelece uma exceção aos resíduos perfurocortantes e biológicos, que necessitam de tratamento antes da disposição final, por serem capazes de conter microrganismos potencialmente patogênicos, além de servirem como veículo para

disseminação de doenças, colocando em riscos os profissionais que atuam em todo gerenciamento (NASCIMENTO *et al.*, 2009).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece que os resíduos com maior potencial de risco biológico devem ser submetidos a tratamento, utilizando-se processos que vierem a ser validados para a redução ou eliminação da carga microbiana (BRASIL, 2004).

A autoclave é a tecnologia mais utilizada para tratamento de RSS do grupo biológicos, se comparada ao tratamento por micro-ondas, considerando que 22,1% dos RSS gerados no Brasil em 2017 foram encaminhados para autoclavação e apenas 2,7% encaminhados para tratamento por micro-ondas (ABRELPE, 2018). A técnica de autoclavação consiste na redução da carga microbiana dos RSS por meio da aplicação de calor úmido, sob condições controladas de temperatura e pressão (ANVISA, 2006). Para os demais grupos de RSS, a incineração foi a técnica mais adotada no Brasil, representando 47,6%, em 2017 (ABRELPE, 2018).

O panorama da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) também demonstra que, embora a incineração tenha sido o tipo de destinação de RSS mais empregado no ano de 2017, no Brasil, a capacidade instalada para tratamento por autoclave é maior, representando 67,3% em relação ao total (ABRELPE, 2018).

De acordo com dados da Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte (ARMBH, 2016), dos 50 municípios pertencentes à Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) e ao Colar Metropolitano, 65% dos RSS coletados são encaminhados para tratamento por incineração. Contudo, aproximadamente 22% ainda encaminham os RSS para formas irregulares de disposição final.

Entretanto, há uma deficiência, nacional e estadual, de instrumentos normativos que regulamentam a atividade. Além disso, como destaca Taghipour *et al.* (2016) e Oliveira (2017), há uma ausência de dados na literatura que especificam parâmetros ideais para o tratamento, como tempo de exposição, temperatura e pressões ideais para a inativação microbiana dos RSS, assim como o estabelecimento de frequências adequadas para monitoramento do processo por meio de testes de eficiência. Tal situação pode acarretar riscos à saúde pública, principalmente aos trabalhadores destes empreendimentos de tratamento, bem como impactos ambientais.

Considerando que a ausência de normatizações e avaliações sistematizadas da tecnologia de tratamento de RSS por autoclavação possa resultar em danos permanentes para a saúde pública, para os profissionais da área e para o meio ambiente, este trabalho objetivou avaliar os requisitos técnicos adequados para a execução da atividade de autoclavação de resíduos de serviços de saúde, servindo como uma base técnica capaz de fundamentar a elaboração de instrumentos normativos para o setor no Estado de Minas Gerais.

## **2 OBJETIVOS**

### ***2.1 Objetivo Geral***

O objetivo geral da pesquisa consiste em avaliar os requisitos técnicos necessários para o desempenho operacional da atividade de autoclavação de resíduos de serviços de saúde.

### ***2.2 Objetivos Específicos***

- Avaliar os procedimentos operacionais atualmente empregados na atividade de autoclavação de RSS no Estado de Minas Gerais.
- Avaliar a eficiência do processo de autoclavação, com indicadores biológicos e químicos, em diferentes temperaturas e tempos de exposição.
- Identificar a frequência adequada para monitoramento do processo por meio do uso de indicadores biológicos e químicos.
- Avaliar o grau de confiabilidade dos indicadores biológicos, por meio de análises microbiológicas.

## **3 REVISÃO DA LITERATURA**

### ***3.1 Resíduos de serviços de saúde: gestão e gerenciamento***

De acordo com Galvão (2012), a padronização de conceitos sobre os RSS foi realizada por um trabalho conjunto entre a ANVISA e o CONAMA. A padronização da definição de RSS foi um grande marco sobre o tema, devido sua abrangência e consonância com a definição adotada em outros países. Além disso, a utilização de variados termos caracterizava os RSS, de modo geral, como resíduos perigosos e infectantes, desconsiderando aqueles resíduos sem características de periculosidade, o que poderia acarretar o seu envio para tratamento diferenciado e, conseqüentemente, elevar os custos de destinação final (SCHNEIDER; STEDILE, 2015).

Em setembro de 2018 entrou em vigor a RDC nº 222, publicada em 29 de março de 2018, revogando a RDC nº 306/2004. A referida resolução apresenta algumas alterações e novos esclarecimentos. A resolução define RSS como aqueles resultantes de atividades exercidas nos serviços de saúde que, por suas características, necessitam de manejo diferenciado, demandando ou não tratamento prévio à sua disposição final (BRASIL, 2018).

Tanto a RDC ANVISA nº 222/2018 quanto a Resolução CONAMA nº 358/2005 classificam os RSS em cinco grandes grupos, de acordo com suas características e potencial de risco associado:

**GRUPO A:** resíduos com possível presença de agentes biológicos, que podem apresentar risco de infecção. Esse grupo se subdivide em cinco classificações, de acordo com as características dos resíduos.

**GRUPO B:** Resíduos que contém substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde ou ao meio ambiente, conforme suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.

**GRUPO C:** Rejeitos radioativos, resultante de quaisquer atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista.

**GRUPO D:** Resíduos que não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares.

GRUPO E: Materiais perfurocortantes ou escarificantes, como: lâminas, agulhas, ampolas de vidro, escalpes, lâminas de bisturi, entre diversos outros.

De acordo com *World Health Organization* (WHO, 2014), entre 75 e 90% dos RSS gerados são considerados resíduos não perigosos, podendo ser comparados aos resíduos domiciliares. A ARMBH (2016) realizou uma estimativa da geração de RSS, nos 50 municípios pertencentes à RMBH e Colar Metropolitano, considerando a realidade brasileira. Foi identificado que os grupos A, B e E (somados) compõem de 25 a 30% dos RSS, e o restante, de 70 a 75%, são compostos por resíduos do grupo D. Esse fato demonstra a necessidade de uma adequada gestão e gerenciamento desses resíduos com objetivo de evitar que toda a massa seja caracterizada como resíduos perigosos, onerando os custos de tratamento.

A partir de uma avaliação das práticas de gestão de RSS entre os anos de 2000 a 2015 em países de rendas baixa e média, Caniato *et al.* (2015) notaram que diversos esforços têm sido aplicados nos últimos anos com o objetivo de melhorar a estrutura política e governamental em relação à gestão de RSS. Entretanto, observaram que as questões regulatórias sobre o tema ainda são incipientes, particularmente nos países em desenvolvimento, porém fundamentais devido à necessidade de apoio para fortalecimento da estrutura governamental.

Por meio dessa avaliação histórica, os autores afirmaram que a gestão de RSS é um fator negligenciado nos países de baixa e média renda, o que interfere diretamente na disponibilização de dados, principalmente em relação à quantificação da geração e caracterização dos resíduos. O estudo também identificou que em várias regiões, principalmente na África, Ásia e Oriente Médio, há evidências de riscos ocupacionais e ambientais devido à má gestão dos RSS. Outro fator relevante identificado foi a falta de legislações e procedimentos de segregação e tratamento padronizados, tornando difícil a identificação de soluções para uma gestão adequada e sustentável (CANIATO *et al.*, 2015).

Apesar de representar uma pequena parcela em relação aos resíduos sólidos urbanos, os RSS, quando não gerenciados de forma adequada, podem ser fontes potenciais de disseminação de doenças, deixando os profissionais que atuam nas unidades geradoras dos resíduos, os próprios usuários destas unidades e os profissionais que atuam no gerenciamento dos RSS vulneráveis aos riscos (WHO, 2014).

O objetivo do gerenciamento dos RSS é justamente reduzir a geração de resíduos e proporcionar uma destinação final adequada aos RSS gerados, de forma a garantir a proteção

dos trabalhadores e a conservação da saúde pública e do meio ambiente, conforme definição estabelecida na RDC ANVISA nº 222/2018 (BRASIL, 2018).

### **3.2 Tratamento e disposição final de Resíduos de Serviços de Saúde no Brasil, em Minas Gerais e no mundo**

De acordo WHO (2014), o objetivo do tratamento dos RSS é a redução dos potenciais riscos que esses resíduos podem representar para a saúde pública e para o meio ambiente.

Os RSS podem ser tratados ou dispostos de diferentes maneiras, sendo que essas variam de acordo com sua classificação e grau de risco associado. Entretanto, independente do processo de tratamento aplicado, a eficiência do tratamento depende diretamente do adequado gerenciamento nas etapas de manejo dos resíduos (SOUZA, 2011).

Para a seleção da técnica de tratamento de RSS mais adequada para ser aplicada, inicialmente devem ser consideradas a composição e a quantidade do resíduo a ser tratado, também devem ser verificados os recursos financeiros e a relação custo-benefício para a implantação do processo de tratamento (MATTIOLI; SILVA, 2002).

Conforme WHO (2014), a escolha do processo de tratamento deve considerar, além das características dos resíduos, a capacidade e requisitos tecnológicos disponíveis, assim como fatores ambientais, fatores de segurança e custos. Atualmente os processos básicos para tratamento de resíduos de serviços de saúde são: tratamento térmico; tratamento químico; tratamento por radiação e tratamento mecânico.

Os processos térmicos são atualmente os mais empregados para tratamento de RSS no mundo. Esses processos envolvem energia térmica para inativar os agentes patogênicos presentes nos RSS e podem se subdividir em processos de baixa temperatura e alta temperatura. Os processos de baixa temperatura utilizam energia térmica suficiente para inativar os microrganismos, sem causar combustão dos resíduos, normalmente atuando na faixa de 100 a 180°C. Como exemplo de processo térmico de baixa temperatura cita-se a autoclavação (WHO, 2014; UNEP, 2012).

Enquanto os processos de alta temperatura atuam na faixa de 800 a 1200°C e causam a combustão dos resíduos, envolvendo reações termoquímicas e mudanças físicas na massa dos resíduos, ocasionando a geração de cinzas e emissões atmosféricas, que devem ser controladas. Como exemplo de processo térmico de alta temperatura cita-se a incineração (WHO, 2014; UNEP, 2012).

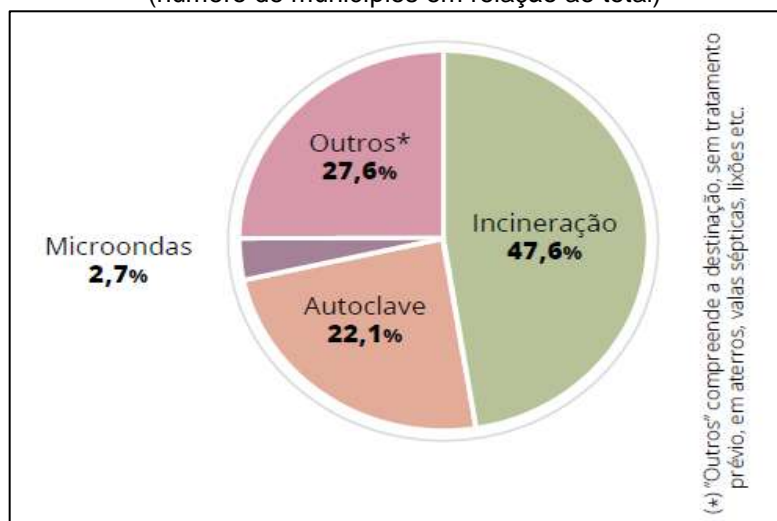
Em relação aos processos químicos, esses envolvem a utilização de substâncias químicas (dióxido de cloro dissolvido, hipoclorito de sódio, ácido peracético, entre outros) e geralmente são precedidos de trituração, moagem ou mesmo mistura, a fim de aumentar a exposição dos resíduos ao agente químico (WHO, 2014).

Quanto ao tratamento por radiação, esse envolve uma fonte de irradiação (ultravioleta ou irradiação de feixes de elétrons) a fim de reduzir a carga microbiana dos resíduos. A eficácia do tratamento depende da dose absorvida pela massa de resíduos (UNEP, 2012).

Os tratamentos mecânicos envolvem a trituração, moagem, mistura e compactação. Tais processos são utilizados geralmente de forma complementar às demais tecnologias de tratamento, com objetivo de melhorar a taxa de transferência de calor, assim como a penetração de vapor, no caso de tratamento por autoclavação, ou aumentar a superfície de contato, no caso de tratamento químico. Esse tipo de tratamento também é utilizado para reduzir o volume dos RSS, objetivando torná-los irreconhecíveis (UNEP, 2012).

O Panorama lançado pela ABRELPE (2018) apresentou as principais formas de tratamento dadas aos RSS coletados no Brasil, referente ao ano de 2017. De acordo com o panorama, a incineração dos RSS foi a técnica mais adotada pelos municípios, representando 47,6% destes. Contudo, um ponto preocupante refere-se ao tipo de destinação classificado como “Outros”, que inclui formas inadequadas de disposição final dos RSS, sem tratamento prévio, e representa um percentual ainda elevado, com crescimento de 1,9% em relação ao ano de 2016 (ABRELPE, 2017), o que pode representar riscos para a saúde da população e para o meio ambiente (Figura 1).

**Figura 1** – Tipos de destinação final dos RSS coletados pelos municípios brasileiros (número de municípios em relação ao total)



Fonte: ABRELPE (2018).

No Quadro 1 são apresentados os percentuais dos tipos de destinação dos RSS coletados, referente ao número de municípios em relação ao total, por regiões do país. É possível observar que a incineração é a principal forma de destinação dada aos RSS coletados, exceto na região Sul, que apresenta a autoclave como a principal forma de destinação dada aos RSS (ABRELPE, 2018).

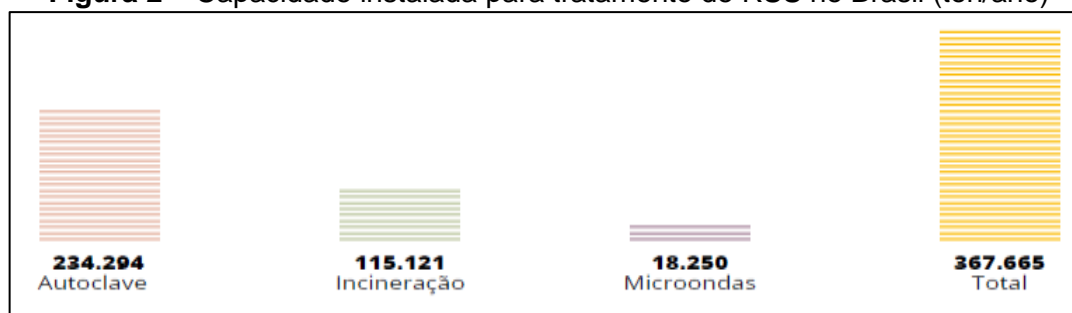
**Quadro 1** – Tipos de destinação de RSS coletados pelos municípios por regiões do país (%)

Regiões	Autoclave (%)	Incineração (%)	Micro-ondas (%)	Outros (%)
Norte	1,6	45,6	-	52,8
Nordeste	10	59,1	-	30,9
Centro-Oeste	24	67,2	-	8,8
Sudeste	18,9	33,4	7,2	40,5
Sul	51,9	43,3	2,6	2,2

Fonte: Adaptado de ABRELPE (2018).

A partir do panorama também é possível notar que, embora a incineração tenha sido o tipo de destinação de RSS mais empregada no ano de 2017 (Figura 2), a capacidade instalada para tratamento por autoclave é maior, representando 63,7% (ABRELPE, 2018).

**Figura 2** – Capacidade instalada para tratamento de RSS no Brasil (ton/ano)



Fonte: ABRELPE (2018).

No Estado de Minas Gerais, o panorama da destinação final de RSS não é diferente. Conforme últimos dados publicados pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM, 2018) com base na Declaração da Gestão de Resíduos de Serviços de Saúde ano-base 2014, em 71,1% dos municípios, de um total de 623 municípios declarados, os RSS coletados foram encaminhados para incineração, em 13,9% dos municípios foram encaminhados para incineração e autoclave, e em 11,7% os RSS coletados foram encaminhados somente para autoclave.

De acordo com Ciplak e Kaskun (2015), as tecnologias empregadas no tratamento de RSS no mundo são categorizadas em dois grupos: tecnologia de alta temperatura, a qual abrange a

incineração, e tecnologia de baixa temperatura, a qual compreende as tecnologias alternativas, como autoclavação e micro-ondas. Entretanto, os autores destacam que nos países em desenvolvimento as formas inadequadas de destinação dos RSS ainda são uma realidade, por ser uma forma fácil e de baixo custo, conforme apresentando no Quadro 2.

**Quadro 2** – Tecnologias de tratamento de RSS adotadas em diferentes países

<b>País</b>	<b>Forma de destinação final dos RSS</b>	<b>Referência</b>
Bangladesh	Autoclave Depósito de resíduos	Hassan <i>et al.</i> (2008)
Dinamarca	Incineração Outras tecnologias alternativas	Bagge (2009)
Alemanha	Incineração Autoclave	Hempen (2011)
Índia	Queima a céu aberto Lixão	Patil e Shekdar (2001)
Líbia	Incineração Lixão	Sawalem <i>et al.</i> (2009)
Suécia	Incineração Autoclave	Christiansson (2011)
Turquia	Aterro sanitário Incineração Autoclave	Ciplak e Barton (2012)
Reino Unido	Incineração Tecnologias alternativas	Tudor <i>et al.</i> (2009)

Fonte: Ciplak e Kaskun (2015).

Segundo Windfeld (2015), nos países desenvolvidos, como Estados Unidos e União Europeia, a incineração é a principal forma de tratamento dos RSS. Contudo esses países têm buscado formas centralizadas de tratamento por incineração para que se tenham instalações mais bem equipadas para controle das emissões atmosféricas. Todavia, devido à promulgação de limites de emissões atmosféricas mais rígidas, há uma tendência de encerramento das instalações de incineração, em favor de tratamentos alternativos.

Chen *et al.* (2013) cita o exemplo da gestão de RSS na China, em que os autores afirmam não ser completa como esperado. Normas correspondentes às formas de tratamento de RSS alternativas à incineração ainda são incipientes, principalmente referentes aos valores limites de eficácia de descontaminação. De acordo com o autor, pesquisas recentes sobre as tecnologias de tratamento alternativas à incineração estão aumentando.

Voudrias (2016) avaliou cinco diferentes tipos de tecnologias de tratamento de RSS (incineração, autoclavação, micro-ondas, desinfecção química e polimerização inversa, a qual utiliza a energia de micro-ondas para quebrar moléculas complexas, além de utilizar hidróxido de sódio), utilizando a metodologia de análise hierárquica por meio de um *software*, que avalia o desempenho os processos, baseando-se em quatro grupos de critérios: ambiental, econômico, técnico e social. A partir de todas as análises e combinações possíveis, a autoclavação apareceu em primeiro lugar em 83,3% das comparações, seguido da incineração com 13,3%.

Rafiee *et al.* (2016) avaliaram diferentes tipos de tratamento de RSS por meio da metodologia *Sustainability Assessment of Technologies* (SAT), que incorpora adequações técnicas, aspectos ambientais, viabilidade econômica e aceitabilidade social, envolvendo a participação de especialistas. Os autores concluíram que a Hydroclave, tecnologia similar à autoclave, mas que utiliza pás para fragmentar os resíduos internamente, foi a tecnologia mais adequada para tratamento dos RSS gerados na cidade de Teerã, maior cidade do Irã, selecionada para aplicação da metodologia.

Ainda segundo os mesmos autores, os tratamentos seguintes mais adequados foram: autoclave com triturador; autoclave; incineração e tratamento químico. Os autores salientaram que uma limitação da metodologia aplicada nesse estudo é que os resultados estão sujeitos à confiabilidade das respostas dos especialistas (RAFIEE *et al.*, 2016).

Contudo, Hasan e Rahman (2018) ao utilizarem a mesma metodologia SAT na área metropolitana de Khulna constataram que a incineração foi a técnica mais adequada para tratamento de RSS da cidade, desde que mantido de forma adequada um sistema de controle das emissões atmosféricas. Os tratamentos seguintes com maior pontuação foram micro-ondas e por último autoclavação.

Lee; Vaccari e Tudor (2016) destacaram que não existe uma tecnologia para tratamento de RSS ideal, principalmente devido a incapacidade de algumas tecnologias não tratarem todos os grupos e sub-grupos de RSS, havendo a necessidade do emprego de mais de um tipo de tratamento.

Conforme Windfeld (2015), devido aos custos elevados e impactos ambientais que o tratamento por incineração pode ocasionar, diversos pesquisadores e instituições tem se

dedicado ao estudo de tecnologias alternativas para tratamento de RSS, sendo a autoclavação a principal alternativa a incineração.

Além disso, a Organização Mundial de Saúde estabeleceu uma nova política a ser promovida a curto, médio e longo prazo, em que foi estabelecido como uma das metas a longo prazo o aumento do uso de tecnologias alternativas à incineração para tratamento dos RSS (WHO, 2014).

### **3.3 Autoclavação**

As autoclaves são equipamentos que utilizam calor e temperatura para inativação de microrganismos e foram originalmente desenvolvidos para esterilização de equipamentos, materiais cirúrgicos e de laboratório. Recentemente a tecnologia também vem sendo amplamente utilizada para tratamento de RSS, grupos A (grupos biológicos) e E (resíduos perfurocortantes), tanto intra quanto extraestabelecimento (ZHAO *et al.*, 2009).

De acordo com Capoor e Bhowmik (2017), as autoclaves devem ser capazes de resistir às repetidas acumulações e liberações de pressão de vapor, devendo atender aos requisitos básicos de segurança de operação, de acordo com as exigências internacionais relacionadas aos vasos de pressão, incluindo as Normas Europeias EN 13445 – recipientes sob pressão, EN 285 – esterilização a vapor, e da *American Society of Mechanical Engineers* (ASME), que estabelece parâmetros e modelos de cálculo para fabricação, operação e manutenção de vasos de pressão. No Brasil, a Norma Regulamentadora (NR) 13: caldeiras e vasos de pressão, do Ministério do Trabalho, que estabelece os requisitos técnicos relacionados à instalação, operação e manutenção de caldeiras e vasos de pressão (autoclaves).

De acordo com Bearss *et al.* (2017), embora os princípios da autoclavação de RSS sejam parecidos com a esterilização de produtos e suprimentos da indústria de cuidados de saúde, as características inerentes aos resíduos introduzem desafios para o processo, incluindo a variabilidade da massa, densidade e teor de água dos resíduos, além dos diferentes modelos de autoclaves, capacidade do ciclo de tratamento, configurações e eficiências.

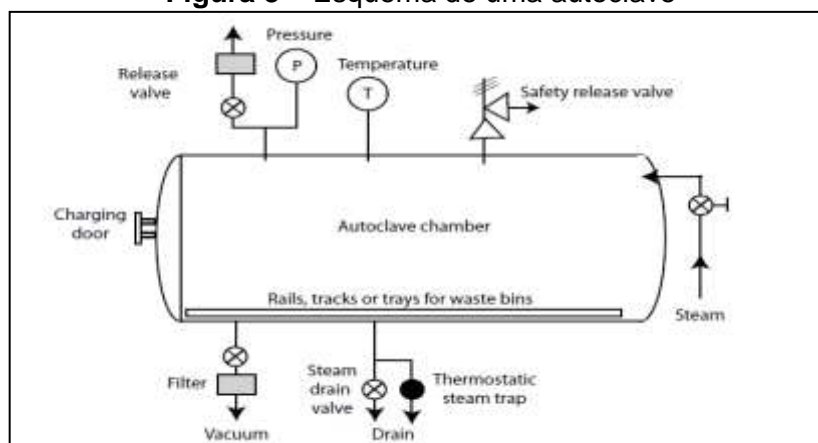
O tratamento de RSS por autoclave consiste na utilização de umidade, pressão e calor, de forma controlada, para inativação da carga microbiana existentes na massa de resíduos. Para a realização do tratamento, os resíduos são dispostos no equipamento e expostos a vapor d'água, durante tempo e temperatura pré-determinados (PICHTEL, 2005).

Conforme ANVISA (2006), o aquecimento dos RSS em autoclave ocorre em regime transiente não isotérmico, considerando que do início ao fim do processo a temperatura e pressão não se mantêm constantes. Durante o processo, o vapor é introduzido no equipamento e o aumento da pressão de forma gradual favorece o contato entre o vapor e os resíduos a serem tratados.

De acordo com Bearss *et al.* (2017), há basicamente dois tipos de autoclaves: as gravitacionais e as de pré-vácuo. As autoclaves gravitacionais deslocam o ar da câmara através do dreno por meio da gravidade com pressão de vapor, o que pode tornar a evacuação do ar incompleta, dificultando a penetração de vapor e a eficiência do aquecimento.

Já em autoclaves pré-vácuo (Figura. 3), ocorrem pulsos de vácuo que permitem a remoção do ar retido na câmara, tornando a evacuação do ar mais eficiente, capaz de resultar em uma maior eficiência de aquecimento, por ocorrer uma melhor e mais rápida penetração de vapor no conteúdo (BEARSS *et al.*, 2017).

**Figura 3 – Esquema de uma autoclave**



Fonte: WHO (2014)

De acordo com Galvão (2012), o calor úmido, baseado na utilização de vapor d'água a temperaturas elevadas, é um meio amplamente utilizado para transmissão de calor. Devido à capacidade de dilatação da água na fase de vapor, essa penetra nos interstícios da massa de resíduos, produzindo um efeito de “bomba de vácuo”. Segundo Teng *et al.* (2015), em todo o processo, as moléculas de vapor transferem calor aos resíduos e, devido à diferença de pressão e concentração, esse calor é difundido para o interior da massa de resíduos.

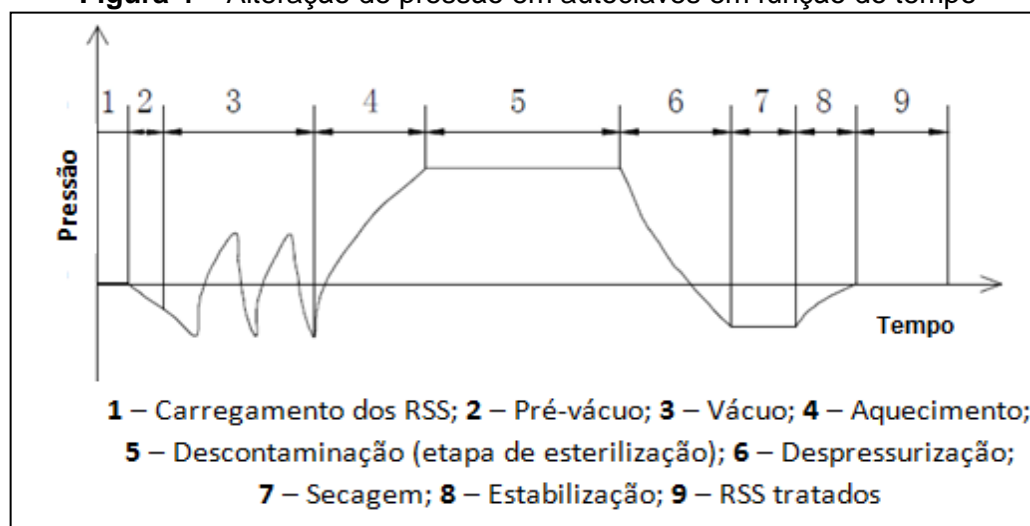
O processo de autoclavação possui ciclos de compressão e descompressão, com objetivo de facilitar o contato da massa de resíduos com o vapor d'água (SCHNEIDER; STEDILE,

2015). De acordo com o manual publicado pela ANVISA em 2006, a operação de uma autoclave ocorre conforme as seguintes etapas:

- **pré-vácuo:** são criadas condições de pressões negativas, de modo a facilitar o contato do vapor com a massa de resíduos na fase posterior;
- **admissão de vapor:** etapa onde ocorre a inserção de vapor no equipamento e aumento gradativo da pressão, objetivando o acesso do vapor em toda a superfície;
- **exposição (etapa de esterilização):** etapa em que o vapor é mantido em contato com o resíduo. Nessa operação, a temperatura e a pressão são mantidas elevadas durante um determinado período até que ocorra a redução da carga microbiana;
- **exaustão lenta:** nesta fase ocorre a submissão do vapor, de maneira gradual, à passagem por um filtro com dimensões adequadas capazes de impedir a saída de microrganismos para o exterior. Paralelamente ocorre a redução da pressão, até se igualar à pressão atmosférica;
- **arrefecimento da carga:** a última etapa é a redução da temperatura da carga, capaz de permitir a retirada dos resíduos tratados.

A temperatura é consideravelmente variável ao longo do processo, conforme demonstrado na Figura 4. As fases de pré-vácuo e admissão de vapor podem fazer a temperatura ascender. Porém, como o tempo é relativamente curto, a temperatura não se eleva, acarretando em uma menor eficiência de descontaminação ainda nessas etapas. A etapa decisiva para descontaminação é a fase de esterilização por isolamento térmico ou fase de exposição, em que a temperatura e o tempo determinam a eficiência da descontaminação dos resíduos (TENG *et al.*, 2015).

**Figura 4** – Alteração de pressão em autoclaves em função do tempo



Fonte: Adaptado de TENG *et al.* (2015).

Conforme Teng *et al.* (2015), o tempo de residência ideal refere-se ao tempo necessário para transferência de calor a toda massa de resíduos, principalmente nos pontos de difícil acesso. Esse tempo é calculado com base no atingimento da temperatura interna pré-estabelecida, o qual inclui a inativação ou morte dos microrganismos e o tempo de penetração do calor/vapor.

O calor é utilizado para inativação de microrganismos por provocar a desnaturação e coagulação irreversível de enzimas e proteínas estruturais. De acordo com Sandle (2016), a característica mais importante de um indicador biológico é o nível de resistência, sendo definido como valor de redução decimal ou valor D. Esse valor é definido como o tempo necessário para reduzir a sobrevivência de uma população microbiana em 90% ou em  $1\text{Log}_{10}$ , permitindo uma comparação direta da resistência dos microrganismos ao calor. A partir deste valor D é possível determinar diferentes temperaturas como referência para ensaio (DGS, 2016).

O tempo de residência e temperatura é inversamente proporcional, logo quando se tem uma maior temperatura na câmara torna-se necessário um menor tempo para se atingir a inativação microbiana aos níveis exigidos. Entretanto, valores elevados de temperatura podem acarretar algumas desvantagens no processo de tratamento, principalmente em relação às embalagens plásticas, que podem derreter acima de  $138^{\circ}\text{C}$  e dificultar a penetração de vapor; além disso, alguns resíduos contendo policloreto de vinila (PVC) podem ser decompostos e liberar gases tóxicos rapidamente (TENGE *et al.*, 2015).

Os equipamentos de tratamento de resíduos a vapor normalmente são operados em padrões mínimos, entre  $121^{\circ}\text{C}$  a  $134^{\circ}\text{C}$ , durante 30 minutos, como base na aplicação, já consolidada, da autoclavação para esterilização de produtos médicos (WHO, 2014). Conforme ANVISA (2006), a temperatura e tempo ideal para cada ciclo são definidos conforme a carga de resíduos a ser tratada. Contudo, de acordo com Oliveira (2017), o manual apresentado pela ANVISA não aborda sobre as características dessa carga, ou seja, se apenas o peso dos resíduos devem ser considerados ou se também devem ser verificadas as características físicas, químicas e biológicas dos resíduos.

Conforme Ghasemi e Yusuff (2016), o processo de autoclavação destaca-se por possuir vantagens como: baixo índice de emissões atmosféricas; tecnologia de baixo custo; não requer pré-tratamento; tecnologia de fácil operação.

Em contrapartida, a autoclavação apresenta como desvantagens: a possibilidade de gerar odor desagradável e emitir aerossóis; não é adequada para todos os tipos de resíduos; há necessidade de tratamento posterior para tornar os resíduos irreconhecíveis (trituração); é necessário o emprego de um revestimento nos contêineres, para evitar a fixação das embalagens plásticas derretidas; e requer uma linha para geração de vapor (GHASEMI; YUSUFF, 2016).

De acordo com Teng *et al.* (2015), o tempo e temperatura para descontaminação de resíduos é bastante variável, devido a falta de provas científicas para determinar esses padrões, principalmente devido a forma de transferência de calor e vapor na massa de resíduos não ser suficientemente clara, uma vez que a massa de resíduos possui propriedades porosas em escala macro que também pode afetar a transferência de calor. Tal lacuna pode interferir não apenas no processo de tratamento, mas também fazer com que os resíduos sejam encaminhados para disposição final sem a devida descontaminação.

Com base nessas discussões sobre os parâmetros ideais, no Quadro 3 é apresentado uma relação de trabalhos publicados sobre autoclavação de RSS, em que os autores avaliaram a eficiência do tratamento a partir da variação dos parâmetros ideais (temperatura, tempo e pressão). Ressalta-se que todos os estudos apresentados a seguir realizaram tais avaliações em autoclaves laboratoriais, em escala de bancada.

**Quadro 3 – Estudos sobre parâmetros operacionais adequados para autoclavagem**

(continua)

Referência Bibliográfica	Metodologia	Temperatura de operação (°C)	Tempo (min.)	Pressão	Conclusões
LEMIEUX <i>et al.</i> , 2006	Experimentos com resíduos de construção contaminados biologicamente ( <i>G. stearothermophilus</i> e <i>B. anthraci</i> ). Testes realizados em diferentes temperaturas, tempos e pressões.	135	120	31,5 psi	A configuração de dois ciclos sequenciais de 135°C, 40 min. e 31,5 psi foi considerada a mais eficaz para tratamento dos resíduos.
		144,4	120 e 75	45 psi	
		135	40	31,5 psi	
EMMANUEL; KIAMA; HEKIN, 2008	Experimentos realizados com diferentes combinações de tempo de exposição e pulsos de pressão, com resíduos reais e carga simulada. Para investigar a eficácia utilizou-se bioindicador.	124	20	2 - pulsos profundos	Concluíram que pulsos de pressão mais profundos são mais eficazes para tratamento do que pulsos pouco profundos.
		124	30	4 - pulsos pouco profundos	
GALVÃO, 2012	Experimentos realizados a temperaturas e tempos de exposição diferentes. Foram avaliados resíduos do subgrupo A <sub>1</sub> e resíduos contendo culturas positiva de <i>Micobacterium tuberculosis</i> .	121	40	-	Concluíram que os resíduos acondicionados em sacos acima de dois terços da capacidade não foram tratados adequadamente. Os resíduos provenientes do Laboratório de Tuberculose e que estavam acondicionados em caixas metálicas, foram devidamente tratados.
		127	30	-	
HOSSAIN <i>et al.</i> , 2012	Realizaram testes em carga simulada de RSS, contaminados artificialmente com bactérias, e os submetem a diferentes tempos de exposição, temperatura e pressão.	111		8 psi	Constataram que as melhores condições para otimizar a inativação microbiana foram a 121°C e 131°C durante 60 e 30 minutos, respectivamente. Contudo, observaram o crescimento de bactérias nas amostras de resíduos tratados após dois dias armazenados.
		121	0-60	15 psi	
		131		27 psi	

**Quadro 3** – Estudos sobre parâmetros operacionais adequados para autoclavação

(conclusão)

Referência Bibliográfica	Metodologia	Temperatura de operação (°C)	Tempo (min)	Pressão	Conclusões
MACEDO, 2013	Foram avaliadas a autoclavação de bolsas de sangue contaminadas com Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV); Vírus da Hepatite C (HCV) e Vírus da Hepatite B (HBV). O estudo foi composto por quatro etapas, variando o tempo de exposição e quantidade de bolsas a serem tratadas.	127	30	1,5 kgf/cm <sup>2</sup>	O autor concluiu que, apesar do tratamento por autoclave ter sido eficaz eliminando os vírus da Hepatite C e da HIV, o material genético do vírus de Hepatite B não foi exterminado nas condições estudadas. Foi concluído ainda que a variação da temperatura no interior da autoclave influenciou nos resultados.
		127	15	1,5 kgf/cm <sup>2</sup>	
PIENPATANAKIJ; ARMIM; NIYOMDECHA, 2016	O objetivo do estudo foi comparar os resultados do tratamento por autoclavação de resíduos contaminados em embalagens, sem e com adição de água (200 mL), em escala laboratorial. Para tanto, foram utilizadas cargas simuladas de resíduos.	121	15	15 lbf/in <sup>2</sup>	Os resultados indicaram a importância da adição de água nas embalagens, visto que os testes com os esporos apresentaram-se positivos, indicando descontaminação incompleta em embalagens sem adição de água.
OLIVEIRA, 2017	Foram avaliadas cargas sintéticas de resíduos, inoculados com <i>Geobacillus stearothermophilus</i> , e autoclavados em três diferentes temperaturas e seis tempos diferentes de exposição e pressão, totalizando 18 ensaios e dois ensaios com a temperatura de 121°C, em um tempo de 50 e 60 minutos.	116		1,0 kgf/cm <sup>2</sup>	O autor concluiu que a inativação dos endósporos atingiu 100% no tempo de 30 minutos de exposição a uma temperatura de 134°C e pressão de 2,3 kgf/cm <sup>2</sup> .
		125	0-50	1,6 kgf/cm <sup>2</sup>	
		134		2,3 kgf/cm <sup>2</sup>	
		121	50 60	1,3 kgf/cm <sup>2</sup>	
GARIBALDI <i>et al.</i> , 2017	O estudo avaliou a configuração padrão de duas autoclaves para tratamento de RSS de pacientes contaminados com o vírus Ebola, considerando diferentes tempos de exposição, temperaturas e pressões.	123-134	15-180	1-20 psi	Os autores identificaram que 16 dos 19 ciclos de autoclave com a configuração padrão de fábrica apresentaram resultados positivos para os indicadores biológicos inseridos no centro da carga. Os parâmetros otimizados para autoclavação de resíduos secos foram: tempo: 30 minutos; temperatura: 134°C e de pressão 20 psi.

Quanto aos efeitos do vácuo na descontaminação de resíduos, Dengchao, Zhenbo e Xinping (2011) analisaram a influência de diferentes graus de vácuo sobre a penetração de calor e descontaminação completa dos resíduos. Os autores concluíram, após experimentos, que maiores graus de vácuo acarretavam em temperaturas mais elevadas, sob uma mesma pressão. Além disso, maiores graus de vácuo também resultavam em maiores taxas de descontaminação, como consequência de uma maior penetração de vapor na massa de resíduos.

Os RSS possuem propriedades porosas, o que em uma escala macro pode afetar os processos de transferência de calor e massa. O calor e transferência de massa têm uma relação complexa com a temperatura de desinfecção, grau de ar residual no equipamento, tipos de resíduos a serem tratados, densidade da massa de resíduos, entre outros (TENG *et al.*, 2015).

A inativação celular depende da estrutura das células dos microrganismos, bem como do tempo e temperatura de exposição ao calor. Desta forma, seria necessário um tempo de duração do tratamento mais longo para descontaminar uma massa de resíduos em temperaturas mais baixas do que em temperaturas mais altas (HOSSAIN *et al.*, 2015).

Guyer (1998) também ressalta a influência da temperatura sobre o tempo de exposição para tratamento de resíduos, principalmente em autoclave a vapor, que é capaz de inativar os microrganismos 100 vezes mais rápido que o aquecimento com ar seco. Para tanto, o autor considera que para temperaturas de 116°C seria necessário um tempo de 30 minutos ou superior, já para temperaturas de 138°C seria necessário um tempo de apenas 0,8 minutos.

Hossain *et al.* (2015) ainda ressaltam que os perfis de tempo e temperatura de 121°C e 131°C por 30 e 15 minutos, respectivamente, poderiam ser utilizados em estudos posteriores, considerando que as taxas de inativação nos experimentos aumentaram a medida que as temperaturas também aumentaram. Os autores ressaltam que a eficiência do tratamento depende da penetração do calor durante o processo, visto que o calor pode penetrar na massa de resíduos de forma heterogênea e não ser capaz de inativar algumas células dos microrganismos.

Garantir a descontaminação é imprescindível, principalmente para evitar a contaminação de aterros sanitários, tendo em vista que os RSS tratados por autoclavação podem ser dispostos nesses locais. Conforme Efaq *et al.* (2015), a autoclave, ao inativar os microrganismos por calor úmido, aumenta o teor de umidade dos RSS, questão que expõe a possibilidade de re-

crescimento dos microrganismos, caso o processo de tratamento não tenha sido eficiente, considerando que a umidade é um dos principais fatores para essa ocorrência.

Taghipour *et al.* (2016) avaliaram o desempenho de equipamentos de tratamento de resíduos de serviços de saúde em hospitais de Tabriz, no Irã, considerando que o número de estudos sobre o desempenho de instalações de tratamento de RSS era escasso no local. Os autores identificaram, a partir dos resultados de monitoramento, que 38,9% das autoclaves inspecionadas tinham problemas operacionais de pré-vácuo, penetração inadequada de vapor e vazamentos de ar. Os resultados dos indicadores biológicos utilizados apresentaram-se positivos em 55,55% das amostras avaliadas. Os autores ressaltaram a importância das autoridades competentes realizarem inspeções e avaliar de forma rigorosa o funcionamento desses equipamentos.

De acordo com a Norma Brasileira (NBR) 17665:2010, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), referente à esterilização de produtos para saúde, a validação do processo de tratamento é um procedimento para obtenção, registro e interpretação dos resultados, de forma a garantir que o processo esteja em conformidade com as especificações. A validação consiste em três etapas: qualificação da instalação, qualificação operacional e qualificação de desempenho (ABNT, 2010).

Na qualificação da instalação são verificados se o equipamento e todos os sistemas de segurança funcionam conforme as especificações e se não existe nenhuma evidência de vazamentos. A qualificação operacional tem o objetivo de demonstrar que o equipamento será capaz de realizar o processo de esterilização de forma adequada. Enquanto a qualificação de desempenho visa demonstrar que o produto foi exposto ao processo de esterilização especificado pelo equipamento, por meio da garantia do nível de esterilidade (ABNT, 2010).

De acordo com Capoor e Bhowmik (2017), ao contrário das autoclaves que esterilizam instrumentos médicos, as autoclaves que tratam resíduos devem tratar o ar que é removido no início do processo para evitar a liberação de aerossóis patogênicos, por meio de um filtro de ar de alta eficiência. Normalmente, o dispositivo utilizado para tratamento das emissões são os Filtros de Ar com Alta Eficiência na Separação de Partículas (Filtros HEPA), já acoplado ao equipamento. Tais filtros tem capacidade para reter partículas com eficiência igual ou maior que 99,99%.

Outra questão que merece destaque sobre as autoclaves refere-se ao revestimento dos contêineres, considerando que dependendo do tipo de embalagem plástica, essa pode derreter e fixar nos contêineres. Desta forma, os empreendimentos são instruídos pelos fabricantes para utilizar materiais como papel Kraft ou plástico polipropileno para revestir os contêineres e evitar a fixação de embalagens plásticas (FHAIZER, 2015).

O uso de papel Kraft é contra indicado pela ANVISA, considerando que o mesmo possui irregularidades e inconstância na gramatura, o que compromete a resistência física, tornando-o vulnerável como barreira microbiana (BRASIL, 2012).

O papel Kraft pode apresentar em sua composição alquiltiofeno, que durante a fase de exposição pode ser arrastado, gerando odor extremamente desagradável, podendo causar náuseas e vômitos nos indivíduos expostos (HOYASHI; RODRIGUES; OLIVEIRA, 2011). Além disso, o papel Kraft solta fiapos que podem entupir as válvulas e tubulações das autoclaves (DUARTE, 2011).

### **3.3.1 Regularização ambiental de autoclaves para tratamento de resíduos**

No Estado de Minas Gerais, a Deliberação Normativa (DN) que estabelecia os critérios de classificação das atividades, de acordo com o porte e o potencial poluidor, para fins de licenciamento ambiental era a DN nº 74, de 9 de setembro de 2004, a qual enquadrava a atividade de autoclavação no código E-03-08-5 - “Tratamento e disposição final de resíduos de serviços de saúde (Grupo A – infectantes ou biológicos), exceto incineração” (MINAS GERAIS, 2004).

Em dezembro de 2017, a DN nº 217 revogou a DN nº 74/2004. A DN nº 217, de 6 de dezembro de 2017, “estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais” (MINAS GERAIS, 2017).

A referida DN enquadra a atividade de autoclavação no código F-05-13-7 - “Tratamento de resíduos de serviços de saúde (Grupos A e E com contaminação biológica), visando a redução ou eliminação da carga microbiana, tais como desinfecção química, autoclave ou micro-ondas” (MINAS GERAIS, 2017).

Para o enquadramento da atividade, a DN nº 217/2017 classifica o potencial poluidor geral como médio e o porte do empreendimento é classificado de acordo com a quantidade operada por dia, conforme apresentado no Quadro 4. Tal enquadramento é o mesmo que era adotado pela DN nº 74/2004.

**Quadro 4** – Enquadramento do porte do empreendimento, conforme código F-05-13-7 da DN nº 217/2017

<b>Quantidade operada (t/dia)</b>	<b>Porte do empreendimento</b>
< 1	Pequeno
>50	Grande
Entre 1 e 50	Médio

Fonte: MINAS GERAIS (2017).

A modalidade do licenciamento a ser empregado no empreendimento dependerá, além da classe do empreendimento, dos critérios locacionais de enquadramento, o qual avalia as possíveis restrições e/ou vedações da área a ser implantado o empreendimento (MINAS GERAIS, 2017).

As novas modalidades de licenciamento são compreendidas em:

- Licenciamento ambiental trifásico (LAT): o qual as licenças prévia, de instalação e de operação são concedidas em etapas sucessivas;
- Licenciamento ambiental concomitante (LAC): no qual as etapas previstas no LAT são expedidas concomitantemente de duas ou mais licenças;
- Licenciamento ambiental simplificado (LAS): realizado em uma única etapa, mediante cadastro ou por apresentação do Relatório Ambiental Simplificado (RAS).

Ressalta-se que para os empreendimentos licenciados até a data de publicação da DN nº217/2017, as normas pertinentes ao novo código e classificação incidirão quando da renovação da licença. Para Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF), essa será convertida em Licença Ambiental Simplificada, desde que o empreendedor apresente toda a documentação exigida pelo órgão ambiental. Contudo, a não apresentação dos documentos não prejudicará a validade da AAF já emitida.

Ressalta-se que a referida DN estabelece em seu Art. 19 que não será admitido o licenciamento ambiental na modalidade de “Licenciamento Ambiental Simplificado –

Cadastro”, referente à emissão da licença mediante cadastro em uma única fase para classes de atividade 1 e 2, para determinadas atividades, dentre as quais enquadra o código F-05-13-7 que engloba o tratamento por autoclavação, sendo necessário a elaboração de no mínimo o Relatório Ambiental Simplificado (MINAS GERAIS, 2017).

Tal fato evitará situações de falta de informações, como era o caso das Autorizações Ambientais de Funcionamento, tendo em vista que serão solicitadas um mínimo de informações, principalmente sobre a descrição do empreendimento e planos de monitoramento, dentre outras questões.

### **3.3.2 Monitoramento da eficiência do processo**

A eficiência do processo de tratamento por autoclavação consiste no controle das medições físicas de tempo, temperatura e pressão, assim como os resultados dos indicadores biológicos (IB) e indicadores químicos (IQ) empregados (SANDLE, 2016).

Essa eficiência avaliada por meio dos IBs é medida por uma taxa representativa do número de microrganismos inativados ou mortos após o tratamento (TENG *et al.*, 2015). A aferição quantitativa das reduções nas populações microbianas leva em consideração a resistência de diferentes espécies presentes, sendo realizada de acordo com escalas pré-definidas (RODRIGUES, 2008).

O *State and Territorial Association on Alternative Treatment Technologies* (STAATT, 1998) definiu e quantificou a inativação microbiana como “Inativação  $\text{Log}_{10}$ ”, caracterizando-se como a diferença, antes e após tratamento, entre o logaritmo do número de microrganismos viáveis.

O STAATT classificou, em 1994, os níveis aceitáveis para garantir o desempenho de tecnologias de tratamento de resíduos de serviços de saúde, os quais foram revisados em 1998. Tendo em vista que o termo “esterilização” é definido como destruição total da vida microbiana, geralmente expresso como uma redução de 99,9999% de um microrganismo específico resistente ao processo de tratamento, a STAATT adotou o termo “inativação microbiana” (STAATT, 1998).

O STAATT também apresentou uma listagem com os principais indicadores biológicos para avaliação da eficácia dos tratamentos de resíduos de serviços de saúde, conforme Quadro 5.

**Quadro 5 – Indicadores biológicos para avaliação da eficácia do tratamento de RSS**

<b>Grupo microbiológico</b>	<b>Indicadores biológicos</b>
Bactérias vegetativas	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Fungos	<i>Candida albicans</i> <i>Penicillium chrysogenum</i> <i>Aspergillus niger</i>
Vírus	<i>Polio 2</i> <i>Polio 3</i> <i>MS-2 Bacteriophage</i>
Parasitas	<i>Cryptosporidium spp. Oocysts</i> <i>Giardia spp. Cysts</i>
Micobactérias	<i>Mycobacterium terrae</i> <i>Mycobacterium phlei</i> <i>Mycobacterium bovis</i>
Esporos	<i>B. stearothermophilus</i> <i>B. subtilis</i>

Fonte: STAATT (1994).

Embora a STAATT, em 1994, tenha recomendado o uso dos indicadores biológicos conforme apresentado no Quadro 5, em 1998 a instituição publicou um segundo relatório, reduzindo a lista de microrganismos utilizados no ensaio para micobactérias e esporos (GODFREY *et al.* 2002).

Contudo, conforme Godfrey *et al.* (2002), a abordagem para avaliação da eficácia das tecnologias alternativas de tratamento variam, principalmente nos Estados Unidos, sendo que alguns adotam os requisitos de teste do relatório 1 do STAATT e outros do relatório 2, dando mais ênfase para monitoramentos paramétricos. Dalles (2012), também ressalta a *E.coli*, *P. aeruginosa* e *S. aureus* como microrganismos de grande interesse, tendo em vista que normalmente estão envolvidos na infecção hospitalar.

O padrão comum de inativação microbiana para tratamento de RSS é Nível III, com base nos critérios estabelecidos pela STAATT, conforme Quadro 6. Para tanto, testes regulares da eficiência do tratamento devem ser realizados (WHO, 2014).

**Quadro 6 – Níveis de inativação microbiana**

Nível I	inativação de bactérias vegetativas, fungos e vírus lipofílicos com redução igual ou maior que 6Log10
Nível II	inativação de bactérias vegetativas, fungos, vírus hidrofílicos / lipofílicos, parasitas e micobactérias com redução igual ou maior que 6Log10
Nível III	inativação de bactérias vegetativas, fungos, vírus hidrofílicos / lipofílicos, parasitas e micobactérias em um log 6 de redução ou maior, e inativação de esporos de <i>Geobacillus stearothermophilus</i> e esporos de <i>Bacillus atrophaeus</i> com redução igual ou maior que 4Log10
Nível IV	inativação de bactérias vegetativas, fungos, vírus hidrofílicos / lipofílicos, parasitas, micobactérias e inativação de esporos de <i>Geobacillus stearothermophilus</i> com redução igual ou maior que 4Log10

Fonte: STAATT (1998); BRASIL (2004).

De acordo com Guizelini (2010), a inativação térmica dos microrganismos a uma determinada temperatura é considerada logarítmica e por esse motivo os IBs se tornaram os parâmetros escolhidos para demonstrar essa inativação. A destruição dos esporos presentes nos indicadores garante a inativação dos microrganismos presentes na massa de resíduos, pois se presume que os microrganismos contaminantes têm menos resistência que os esporos e presentes em menor número (ALBERT *et al.*, 1998; DLUGOKENSKI *et al.*, 2011).

Os indicadores biológicos consistem em um número conhecido de microrganismos capazes de resistir ao agente esterilizante. Para a realização desse monitoramento há indicadores comerciais que avaliam se o grau de inativação foi atingido, por meio da alteração de cor, não sendo possível a quantificação dos microrganismos (FDA, 2007).

Esses indicadores são comercializados como ampolas hermeticamente fechadas e impregnadas com suspensão de microrganismos resistentes. Os microrganismos usados nos indicadores são selecionados conforme a resistência ao processo de esterilização. No caso de esterilização a vapor, microrganismos portadores de esporos são mais resistentes, como os esporos de *Geobacillus stearothermophilus*, que são bactérias, gram-positivas, termofílicas, não patogênicas e altamente resistentes (GUIZELINI *et al.*, 2012; SANDLE, 2016).

Considerando que os esporos podem apresentar variações devido à genética microbiana, a farmacopeia especifica os números de coleta de culturas para os microrganismos que podem ser utilizados como indicadores biológicos, no caso dos esporos de *Geobacillus stearothermophilus* a referência de coleta é *American Type Culture Collection (ATCC) 7953* para esterilização a vapor, com objetivo de manter os genótipos estáveis e inalterados (AGALOCCO; AKERS; MADSEN, 1998).

A geração de indicadores autocontidos é caracterizada por conter um meio de crescimento, normalmente um caldo *Tryptic Soy* com um corante indicador de pH que muda de cor, pela acidificação do meio, caso haja crescimento microbiano. O indicador comumente utilizado é o púrpura de bromocresol (PBC), que mantém a cor violeta em pH alcalino ou levemente ácido e adquire coloração amarela em pH ácido (GUIZELINI *et al.*, 2012), tais indicadores apresentam os resultados em 48 horas de incubação.

Enquanto os indicadores biológicos de leitura rápida (resultados entre uma a três horas) baseiam-se na detecção fluorescente de  $\alpha$ -glucosidase, uma enzima presente em esporos de *G. stearothermophilus*. Essa enzima quebra o substrato presente no meio de cultura, sendo a fluorescência detectada pela incubadora exclusiva para esse fim, apresentando os resultados: negativo (luz verde ou -), significando a descontaminação adequada; e positivo (luz vermelha ou +), indicando falhas na descontaminação (LOMELÍ *et al.*, 2016).

Com objetivo de verificar a efetividade do uso de IBs, Huesca-Espetia *et al.* (2016) avaliaram os mecanismos utilizados para inativação de esporos de *G. stearothermophilus* e concluíram que a enzima  $\alpha$ -glucosidase é termoestável, sendo sua atividade perdida mais lentamente do que a viabilidade dos esporos, fato que demonstra ser um indicador efetivo da eficácia da esterilização.

De acordo com Guizelini *et al.* (2012), os esporos de *Geobacillus stearothermophilus* resistem à esterilização a vapor, por micro-ondas ou agentes químicos (formaldeído, peróxido de hidrogênio), devido sua alta resistência ao calor úmido, conferida à espécie devido ao baixo teor de água no núcleo, eles são comumente usados como indicadores biológicos para monitorar os processos de tratamento. O uso periódico de indicadores para monitoramento do processo é recomendado para evitar transmissões cruzadas e transmissões de doenças infecciosas.

As condições ambientais que induzem a esporulação, como temperatura, pH, nutrientes e teor de íons, influenciam em grande parte as características dos esporos formados, incluindo sua resistência ao calor (MINH *et al.*, 2011). Conforme Burgess *et al.* (2017), os *Geobacillus stearothermophilus* constituem o maior grupo de bactérias termófilas e que habitam em uma variedade de ambientes, como: solo, águas termais, desertos, águas do Ártico, sedimentos oceânicos e compostos orgânicos.

Segundo o Ministério da Saúde (2010), posteriormente a realização de testes de inativação microbiana em bolsas de sangue, é possível afirmar que os esporos de *Geobacillus stearothermophilus* são mais resistentes ao calor úmido que o vírus de Hepatite B, podendo continuar sendo utilizados como bioindicadores para monitoramento do tratamento. Huesca-Espetia *et al.* (2016) afirmaram que provavelmente a destruição dos esporos, após autoclavação, é causada por dano proteico e que os esporos não podem ser reativados.

Segundo Phillips (1999), os resultados dos indicadores biológicos devem ser correlacionados com os resultados dos parâmetros físicos, uma vez que esses são preferíveis para garantir a eficácia das plantas de tratamento em tempo real.

A RDC ANVISA nº 306/2004 estabelecia que a garantia da eficiência do tratamento era responsabilidade dos serviços que o executavam, mediante controles químicos e biológicos devidamente registrados (BRASIL, 2004). Entretanto, a resolução não estabelecia uma frequência mínima para esse monitoramento, ficando a cargo dos órgãos e instituições ambientais definir uma frequência mínima e realizar fiscalizações nos empreendimentos. Com a revogação, a nova resolução, RDC nº 222/2018, não apresentou tais questões.

A ABNT, por meio da NBR 11138-3:2016 que apresenta requisitos específicos para indicadores biológicos destinados à utilização em processos de esterilização por calor úmido, estabelece que a temperatura máxima de exposição dos indicadores biológicos deve ser conforme orientação do fabricante. Em casos sem especificação deve ser utilizada uma temperatura de 140°C, para um tempo de exposição igual ou superior a 30 minutos (ABNT, 2016). Ressalta-se a importância de tais avaliações, pois submeter os indicadores a temperaturas elevadas pode comprometer os resultados (falso negativo) ou mesmo interferir na integridade das ampolas.

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) publicou, em 2011, a Norma Técnica E15.010 que estabelece critérios para operação dos RSS dos grupos A - com exceção

dos subgrupos A3 e A5 -, e do grupo E, com contaminação biológica, em autoclaves. Entretanto, a referida norma não apresenta uma padronização dos parâmetros para realização do tratamento, somente exige um controle de documentação, condições técnicas e operacionais adequadas (CETESB, 2011).

Em novembro de 2016 foi publicada também pela CETESB a Norma Técnica P2.112, em complemento à Norma Técnica E15.010/2012, que estabelece procedimentos para a realização do teste de inativação microbiana em sistemas de tratamento térmico sem combustão para redução da carga microbiana em RSS contaminados biologicamente (CETESB, 2016); porém, a referida norma também não apresenta uma padronização para os parâmetros, somente estabelece procedimentos analíticos necessários para a realização dos testes de inativação microbiana, com o emprego de fitas impregnadas com esporos dos bioindicadores *B. atrophaeus* ou *G. stearotherophilus*, em laboratórios de instituições públicas e privadas.

Para monitoramento dos processos de autoclavação também existem os indicadores químicos, que avaliam se os parâmetros temperatura, pressão e tempo, foram atingidos de maneira adequada. Em relação aos IQs, a *Internacional Organization of Standardization (ISO)* classifica-os em seis tipos, conforme apresentado no Quadro 7 (WHO, 2016).

**Quadro 7 – Tipo de indicadores químicos (ANSI/AAMI/ISO 11140-1:2014)**

<b>Indicador</b>	<b>Características</b>
Tipo 1	Indicador de processo: indicador externo para uso em itens individuais e que distingue materiais processados e não processados.
Tipo 2	Indicador para uso em testes específicos, ex: Bowie & Dick.
Tipo 3	Indicador de único parâmetro: reage apenas a uma variável crítica do processo.
Tipo 4	Indicador multiparamétrico: indicador para uso interno em itens individuais, reage a duas ou mais variáveis críticas do processo.
Tipo 5	Indicador integrador: indicador para uso interno em itens individuais, reage a todas as variáveis críticas do processo.
Tipo 6	Indicador emulador: indicador para uso interno em itens individuais, reage a todas as variáveis críticas do processo.

Fonte: WHO (2016).

O Teste Bowie Dick, classificado como tipo 2, é um indicador do funcionamento do sistema, principalmente referente ao pré-vácuo e falhas no funcionamento da bomba de vácuo de autoclave. Esse indicador é composto por um papel que contém um indicador químico, normalmente recoberto por outras folhas de papel específico para o processo de tratamento, os quais formam um pacote, com objetivo de causar um desafio para penetração de vapor. Frequentemente o teste é exposto a temperaturas de 134°C, a um tempo de 3 a 3,5 minutos (REIS; BONO, 2017).

Conforme a Norma ANSI/AAMI/ISO 11140-1:2014, o integrador químico classe 5 é o único que possui a performance exigida para equivaler ou exceder a curva de morte do *Geobacillus stearothermophilus*, considerando que o mesmo reage a todos os parâmetros críticos do processo (MARTINHO, 2007).

O indicador químico altera totalmente a cor caso o sistema de vácuo esteja funcionando de forma adequada, auxiliando a identificação de falhas. A Resolução da ANVISA nº 15, que dispõe sobre requisitos de boas práticas para o processamento de produtos para saúde, estabelece que o teste deva ser realizado todos os dias antes do início do processo. Entretanto, para tratamento de RSS não há especificações (REIS; BONO, 2017).

Conforme Garibaldi *et al.* (2017), os indicadores devem ser inseridos no centro da massa de resíduos, uma vez que indicadores fixados fora da carga podem não refletir as condições de tratamento em que os resíduos são expostos durante o ciclo.

Martinho (2007) calculou alguns valores de tempo/temperatura esperados dos IQs relacionados aos valores determinados para inativação/redução dos esporos do *G. stearothermophilus* ( $10^5$  a  $10^6$  Unidades Formadoras de Colônias), conforme Tabela 1.

**Tabela 1** – Relação de temperatura e intervalo de tempo estimado para os indicadores químicos atingirem o end-point para inativação de esporos de *G. stearothermophilus*

Temperatura (°C)	Tempo estimado	Aceito acima de
120	24 minutos	14 min. e 30 seg.
121	16 min. e 30 seg.	10 min. e 30 seg.
127	7 min. e 20 seg.	4 min. e 40 seg.
132	2 min. e 10 seg.	1 min. e 30 seg.
134	1 min. e 30 seg.	56 seg.
135	1 min. e 10 seg.	42 seg.

Fonte: Adaptado de Martinho (2007).

Segundo Martinho (2007), o tempo estimado referido na Tabela 1 é o tempo requerido para redução de 11 log da população inicial contida nos IBs e o tempo limite calculado, considerando o tempo requerido para redução de 7 log da população de esporos contida nos IBs, é o tempo para que um IQ responda aos tempos de exposição a determinadas temperaturas.

De acordo com Maamari (2016), diversos fatores podem interferir na transferência de calor e na eficiência do tratamento, como insuficiência de penetração de vapor, excesso de carga, baixa condutividade térmica dos resíduos, bolsas de ar, integridade e resistência dos recipientes e sequência do processo de tratamento.

Existem alguns regulamentos que recomendam o uso rotineiro de indicadores para avaliar a eficiência do equipamento de autoclave, com repetição frequente quando o equipamento for submetido à manutenção preventiva e/ou corretiva (ISO, 2006; FDA, 2007; UNITED STATES PHARMACOPEIA, 2006; ANSI, 2002).

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP, 2012) estabeleceu, em um compêndio sobre tecnologias de tratamento de resíduos de saúde, que a frequência de monitoramento com indicadores biológicos deve ser realizada tipicamente de forma semanal, ou a cada 40 horas de operação ou mesmo mensalmente, a depender do uso, e para os indicadores químicos foi estabelecido o uso em cada carga a ser tratada.

A Direção Geral da Saúde de Portugal estabeleceu, por meio da Norma nº 002/2016, que trata sobre Indicadores de Eficácia dos Processos de Tratamento Alternativos à Incineração – Resíduos Hospitalares do Grupo III, que a frequência ideal para monitoramento do processo por meio de IBs é quinzenal, enquanto os IQs devem ser utilizados a cada carga. Já a Agência de Resíduos da Catalunha estabeleceu uma frequência mínima de uma a duas vezes por semana. No Quadro 8 são apresentadas as frequências de monitoramento do tratamento por autoclavação, estabelecido por alguns órgãos e/ou instituições internacionais.

**Quadro 8** – Frequência de monitoramento do processo (continua)

Referência	Órgão/Instituição	Frequência de testes de monitoramento	
		Indicadores biológicos	Indicadores físico-químicos
UNEP, 2012	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA)	Semanal/Quinzenal	Intervalos periódicos
WHO, 2014	Organização Mundial da Saúde (OMS)	Intervalos periódicos	Intervalos periódicos

Referência	Órgão/Instituição	Frequência de testes de monitoramento	
		Indicadores biológicos	Indicadores físico-químicos
OHIO EPA, 2013	Divisão de Gestão de Resíduos Sólidos e Infeciosos - EPA	Mensal	Semanal
DGS, 2016	Direção de Serviços de Prevenção da Doença e Promoção da Saúde - Portugal	Quinzenal	a cada ciclo / Bowie-Dick: 1 vez por dia
ARC, 2015	Agência de Resíduos - Catalunha	1 a 2 vezes por semana	a cada ciclo / Bowie-Dick: 1 vez por dia
EHS, 2017	Departamento de Saúde Pública - Massachusetts	Mensal	Não menciona
CDC, 2017	Centro de Controle e Prevenção de Doenças - Califórnia	Mensal	A cada carga

Nota-se que não há uma padronização da frequência de monitoramento estabelecida entre os órgãos e/ou instituições, o que dificulta os empreendimentos seguirem alguma proposição mais adequada.

### 3.3.3 Trituração dos RSS

A trituração dos RSS antes ou após o tratamento por autoclave é controversa, ambas estabelecem vantagens e desvantagens. A trituração após o processo de descontaminação impede o lançamento de aerossóis contaminados para o ambiente e torna a limpeza do triturador menos onerosa (PATH, 2008).

Já a trituração anterior ao tratamento pode aumentar a área de superfície exposta ao vapor e facilitar a descontaminação, podendo acarretar, contudo, no lançamento de aerossóis, caso o triturador não seja enclausurado, e também contaminar o equipamento de trituração (PATH, 2008).

Conforme Farshad *et al.* (2014), testes realizados em autoclaves sem triturador apresentaram crescimento microbiano em metade das amostras analisadas. De acordo com autor, a ausência de um triturador pode impedir a penetração do vapor na massa de resíduos, resultando na descontaminação inadequada.

Segundo os mesmos autores, emissões de autoclaves com triturador apresentaram maior concentração de benzeno, etilbenzeno, xileno e tolueno, nos testes realizados. O autor destaca que diferentes fatores podem explicar tais variações, como os tipos de materiais, nível de pressão e temperatura. Além disso, o aumento da produção desses compostos orgânicos voláteis pode estar diretamente relacionado à trituração dos plásticos provenientes das embalagens de acondicionamento dos resíduos (FARSHAD *et al.*, 2014).

A partir de experiências com outros operadores, em 2002, a Universidade de Yale (New Haven/EUA) verificou que os trituradores eram o componente mais problemático em um sistema de tratamento de resíduos de serviços de saúde, considerando que os mesmos apresentam defeitos com frequência, exigindo uma manutenção especializada (ARMSTRONG; REINHARDT, 2010).

De acordo com Weber *et al.* (1998), uma instalação regional de RSS nos Estados Unidos sofreu um surto de tuberculose entre os trabalhadores, demonstrando os riscos associados aos aerossóis lançados no ambiente durante as etapas de tratamento de resíduos que utilizam trituradores. A unidade recebeu culturas de *Mycobacterium tuberculosis* de diferentes unidades de saúde sem que fossem previamente descontaminadas. Essa unidade tratou os resíduos com uma etapa de trituração, gerando aerossóis. Contudo, diversas deficiências operacionais facilitaram essa liberação de aerossóis, expondo os trabalhadores ao microrganismo.

Dentre as medidas de controle sugeridas para a situação, inclusive pelo *Centers for Disease Control and Prevention (CDC)*, foi a realização da descontaminação de culturas de microrganismos no local de geração antes do envio para empresas de tratamento. Esse surto demonstrou a necessidade de evitar o uso de qualquer método de tratamento que possa gerar aerossóis, a menos que os mesmos possam ser efetivamente contidos e os trabalhadores utilizem Equipamentos de Proteção Individual (EPI) adequados (WEBER *et al.*, 1998).

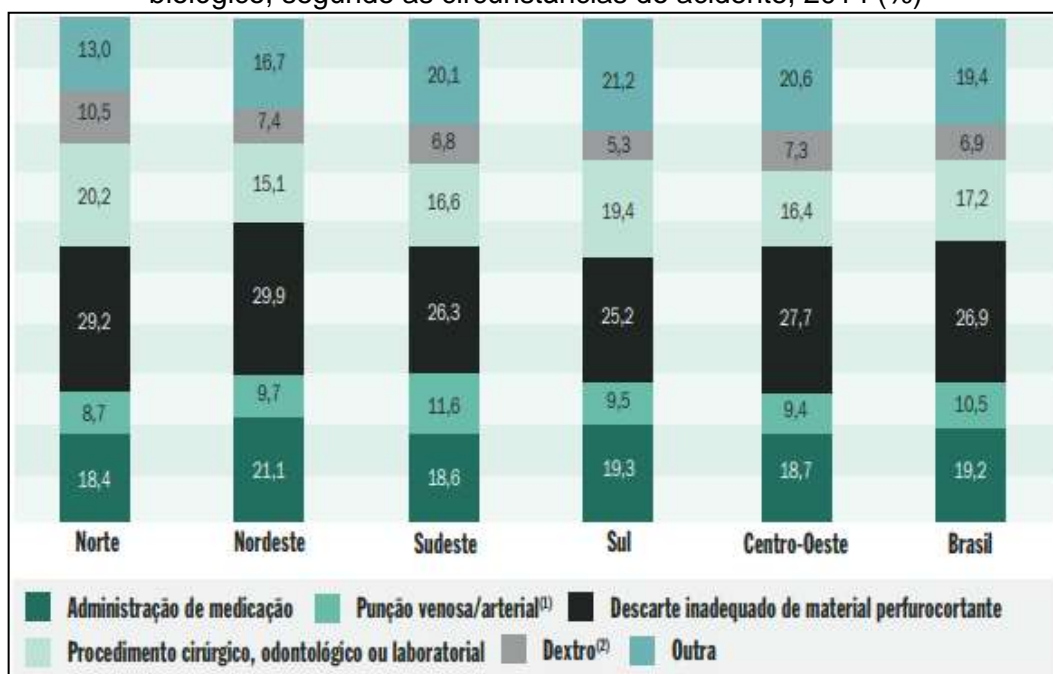
### **3.3.4 Saúde e segurança ocupacional**

O risco de exposição ocupacional a RSS considerados perigosos são piores em países em desenvolvimento, principalmente devido à falta de um sistema formal de intervenções adequadas. A falta de sensibilização sobre o manejo adequado dos RSS em todos os níveis contribui de forma significativa à incidência de exposição ocupacional (MAHLER; MOURA, 2017).

No Brasil, foi instituída em 2005 a Norma Regulamentadora – NR 32, do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) que estabelece as diretrizes básicas para a aplicação de medidas de proteção à saúde e à segurança dos trabalhadores dos serviços de saúde, tendo como objetivo a melhoria das condições laborais nesses setores, além de minimizar os riscos ocupacionais existentes (BRASIL, 2005b).

Um diagnóstico realizado pelo Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (DIEESE, 2016) identificou que, dentre as notificações de acidentes de trabalho com exposição a material biológico ocorridas no Brasil em 2014, 26,9% ocorreram devido ao descarte inadequado de material perfurocortante, conforme Figura 5.

**Figura 5** – Distribuição das notificações de acidentes de trabalho com exposição a material biológico, segundo as circunstâncias do acidente, 2014 (%)



(1) Introdução de uma agulha em veia ou artéria

(2) Exame de sangue para se medir a quantidade de glicose no sangue

Fonte: DIEESE (2016).

De acordo com o DIEESE (2016), destas notificações de acidentes de trabalho com exposição a material biológico em 2014, 91,3% ocorreram sem utilização de EPI. Segundo WHO (2018), o uso de seringas e agulhas contaminadas reduziu substancialmente nos últimos anos nos países em desenvolvimento. Contudo, no ano de 2010, as injeções inseguras ainda foram responsáveis por 33.800 infecções por HIV, 1,7 milhões de infecções por hepatite B e 315.000 infecções por hepatite C.

O percentual de riscos que uma pessoa que sofre lesão se infectar com agulha usada em pacientes infectados é de 30% para hepatite B, 1,8% para hepatite C e 0,3% para HIV.

Contudo, riscos adicionais podem ocorrer durante a manipulação e triagem dos RSS (WHO, 2018).

Conforme ressalta Mol (2016), o contato humano com resíduos sólidos pode implicar em riscos à saúde dos trabalhadores, principalmente àqueles envolvidos com a coleta e tratamento. Os dados apresentados pelo Ministério da Fazenda (2017) indicam que a quantidade de acidentes relacionados à atividade de tratamento/disposição de resíduos sólidos não perigosos se sobressai ao tratamento/disposição de resíduos sólidos perigosos, conforme Tabela 2.

Conforme o Instituto Nacional de Segura Social (INSS, 2018), o registro de acidentes de trabalho é realizado por meio da Comunicação de Acidentes do Trabalho (CAT) e sua efetivação é dependente de fatores, como: ato de registro pelo empregador, preenchimento adequado do atestado médico e encaminhamento para o INSS.

**Tabela 2** – Quantidade de acidentes de trabalho, segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas, no Brasil - 2015/2017

CNAE	Descrição do CNAE	Com CAT registrada - Motivo:						Sem CAT registrada		
		Típico			Doença do trabalho			2015	2016	2017
		2015	2016	2017	2015	2016	2017			
3821	Trat./Disp. de resíduos sólidos não perigosos	550	425	556	20	16	9	105	87	136
3822	Trat./Disp. de resíduos sólidos perigosos	288	277	225	1	1	1	9	14	11

Fonte: Ministério da Fazenda (2017).

Ressalta-se que acidentes típicos são aqueles decorrentes das características da atividade profissional desempenhada, já doença do trabalho relaciona-se com aquelas produzidas ou desencadeadas pelo exercício do trabalho peculiar ao ramo (MINISTÉRIO DA FAZENDA, 2017).

A questão do menor número de acidentes em atividades de tratamento/disposição de resíduos sólidos perigosos pode estar relacionada ao fato de um maior envolvimento e cuidado das empresas e dos profissionais com a segurança e saúde, por exemplo, a implantação de um plano de ação para evitar acidentes, por já considerarem a atividade de alto risco. Além disso, Maia *et al.* (2015) ressaltam que casos de subnotificações de acidentes de trabalho são frequentes, o que expõe a fragilidade do atual modelo de notificações.

Entretanto, pessoas que trabalham com RSS estão expostas a diversos riscos ocupacionais (RAFIEE *et. al*, 2016), entre eles a Hepatite B (MOL *et. al*, 2017), Hepatite C e HIV, transmissão essa geralmente associada a ferimentos com perfurocortantes e contato com sangue (BEGHDADLI *et. al*, 2009). Uma questão importante que deve ser considerada é em relação à inalação de substâncias tóxicas, principalmente compostos voláteis e lipossolúveis, como Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno (BTEX), caracterizados como possíveis fontes carcinogênicas e por volatilizarem na faixa de temperatura de 80 a 140°C (RAFIEE *et. al*, 2018).

Rafiee *et. al* (2018) avaliaram a concentração de BTEX urinário em operadores de autoclaves de tratamento de RSS e em um grupo controle (não ocupacional). As amostras foram coletadas antes e após os turnos de trabalho e analisadas. De acordo com os resultados, as concentrações dos compostos na urina dos operadores foram significativamente maiores que as concentrações identificadas no grupo controle, indicando que as autoclaves de tratamento de RSS podem ser uma fonte significativa de exposição ao BTEX.

Conforme Hadar *et. al* (1997), as emissões desses compostos podem ser provenientes pela presença de diferentes tipos de resíduos, que ao serem submetidos ao calor, pressão e triturados liberam BTEX. Farshad *et al.* (2014) também afirma que o aumento da produção dos compostos orgânicos voláteis provavelmente está relacionado ao rompimento/destruição dos plásticos, no momento da redução de volume e descontaminação dos resíduos.

Outra avaliação importante relatada por Rafiee *et. al* (2018) foi que a concentração de BTEX urinário dos operadores de autoclaves equipadas com trituradores foram significativamente maior que as concentrações de BTEX nos operadores que trabalhavam em autoclaves sem trituradores, fato também identificado por Farshad *et. al* (2014). Os autores também ressaltam que os equipamentos de proteção individual mais utilizados (botas e máscaras de proteção do tipo PFF2) podem não proteger os operadores contra a exposição ao BTEX, que se apresenta em forma de vapor.

Hong *et. al* (2018) realizaram uma avaliação do ciclo de vida de três cenários de atividades de tratamento de resíduos de serviços de saúde (autoclave – esterilização a vapor, desinfecção química e pirólise), em que foram avaliadas 15 categorias, incluindo agente cancerígenos, aquecimento global, ecotoxicidade, ocupação do solo, depleção de metal, entre outras. Os autores relataram que a autoclave exibiu maior impacto em todas as categorias, exceto para agentes cancerígenos e ecotoxicidade.

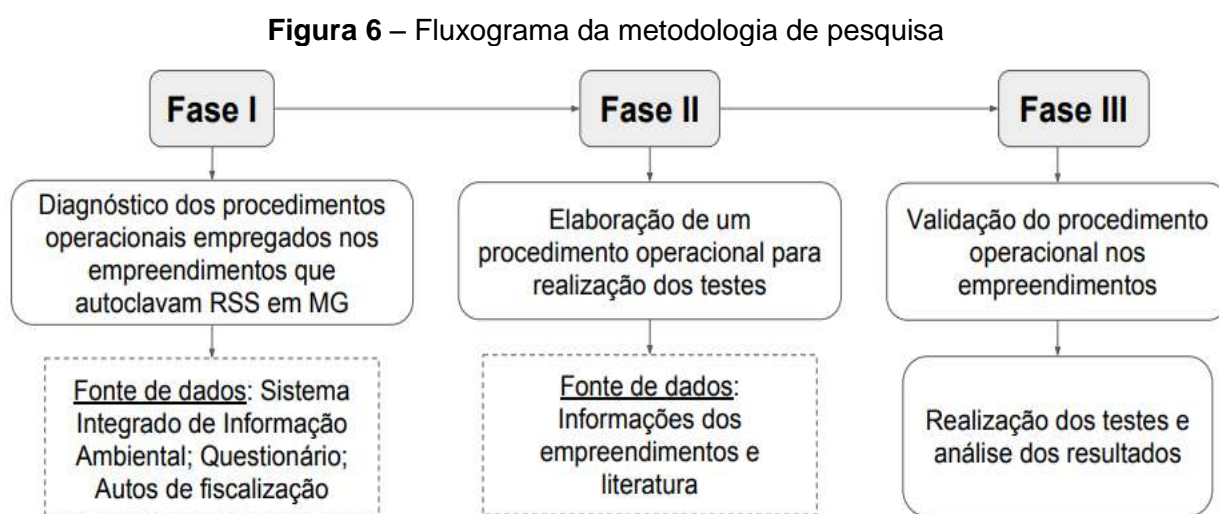
Chen e Tsai (2017) avaliaram os riscos operacionais de RSS usando o método de análise de modos de falhas e efeitos, dividindo o ciclo de vida dos resíduos em sete processos: geração, classificação, acondicionamento, descontaminação, pesagem, armazenamento e transporte. Os resultados para três modos de falha na fase de descontaminação foram responsáveis por 17,2% da pontuação total dos riscos, sendo que dois modos de falha estavam relacionados a fatores humanos, principalmente ao modo de operação inadequada por parte dos operadores, apresentando a segunda maior pontuação de riscos avaliados no estudo.

Uma avaliação da periculosidade de RSS, realizada por Dalles (2012), constatou substância não voláteis (como mercúrio) na massa de resíduos tratados por autoclavação. O autor ressaltou como a segregação inadequada pode influenciar diretamente na qualidade do tratamento e conseqüentemente pode contaminar o aterro sanitário, tendo em vista que essa é a forma de disposição final dos RSS tratados por autoclavação.

## 4 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da pesquisa foram utilizadas metodologias de natureza qualitativa e quantitativa, delineadas de acordo com o objetivo geral e objetivos específicos. A metodologia qualitativa teve forma exploratória e descritiva, sendo adotada durante o levantamento dos dados dos empreendimentos existentes no Estado de Minas Gerais que prestam serviços de autoclavação de resíduos de serviços de saúde, enquanto a metodologia quantitativa foi aplicada na etapa experimental.

O estudo foi dividido em três fases (Fase I, II e III), conforme apresentado na Figura 6.



Na fase I foi realizado um diagnóstico dos empreendimentos existentes em Minas Gerais, considerando os procedimentos operacionais atualmente empregados. A fase II foi composta pela sistematização dos dados da fase I em conjunto com os dados constantes na literatura, a fim de subsidiar a elaboração e aplicação de um procedimento operacional para ser validado, com objetivo de avaliar o grau de confiabilidade dos indicadores comerciais, além da frequência adequada para monitoramento do processo e questões de melhoria da atividade, diretamente relacionadas à saúde e segurança dos trabalhadores.

Na fase III, foi aplicado o procedimento operacional nos empreendimentos que firmaram parceria com o Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA), com o objetivo de avaliar os critérios estabelecidos.

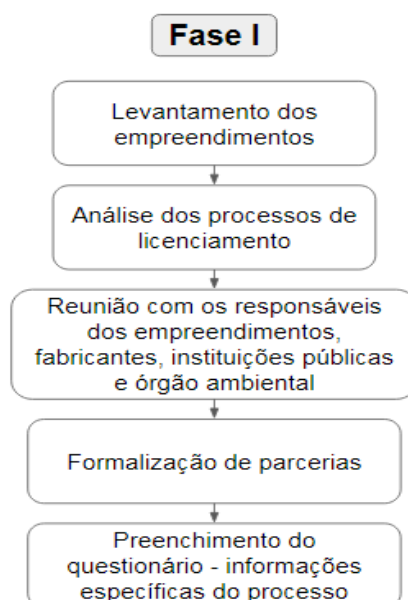
### 4.1 *Diagnóstico dos procedimentos operacionais empregados nos empreendimentos*

Nesta etapa foram identificados todos os empreendimentos que exerciam a atividade de autoclavação de RSS no Estado de Minas Gerais (Figura 7), no período de abril de 2017 a

dezembro de 2018, de acordo com o código de atividade E-03-08-5 – “Tratamento e/ou disposição final de resíduos de serviços de saúde (Grupo A - infectantes ou biológicos), exceto incineração”, constante na DN nº 74/2004; e com o código F-05-13-7 - “Tratamento de resíduos de serviços de saúde (Grupos A e E com contaminação biológica), visando a redução ou eliminação da carga microbiana, tais como desinfecção química, autoclave ou micro-ondas”, conforme a DN nº 217/2017.

Ressalta-se que as informações foram obtidas por meio de consulta ao Sistema Integrado de Informação Ambiental (SIAM), sistema criado com objetivo de integrar e descentralizar o sistema de fiscalização e autorização ambiental em Minas Gerais.

**Figura 7 – Fluxograma da Fase I**



A partir do levantamento dos empreendimentos regularizados, foram solicitados junto ao órgão ambiental os processos de licenciamento ambiental daqueles que possuem Licença de Operação (LO), Revalidação de Licença de Operação (REVLO) e Licença de Operação Corretiva (LOC), para análise dos procedimentos operacionais adotados pelos empreendimentos, bem como avaliação das condicionantes ambientais do processo de licenciamento, com objetivo de verificar se o órgão ambiental responsável pelo licenciamento estabeleceu alguma frequência para que fosse realizado o monitoramento do processo, por meio do uso de indicadores biológicos e/ou químicos, assim como a frequência para validação dos equipamentos de autoclavação. Também foi avaliado se ocorria alguma padronização dos parâmetros utilizados no processo de tratamento realizado pelos empreendimentos estudados ou se os empreendimentos seguiam apenas os requisitos que são estabelecidos pelos fabricantes de autoclaves.

Ressalta-se que não foram solicitados os processos daqueles empreendimentos que possuíam AAF, por ser um processo simplificado, destinado a empreendimentos de porte e/ou potencial poluidor considerados baixo (Classes 1 ou 2 nos termos da DN 74/2004), e não conter informações específicas quanto aos procedimentos operacionais da atividade.

Segundo Marconi e Lakatos (2011) a pesquisa documental caracteriza-se por uma fonte de coleta de dados limitada a documentos, podendo ser escritos ou não. Os autores ressaltam que os documentos oficiais apresentam, em grande parte, uma fonte fidedigna dos dados. Contudo, cabe ao pesquisador selecionar o que lhe for de interesse, além de comparar e interpretar o material.

Para envolvimento e participação de todo o setor foi realizada uma reunião, contando com a participação das empresas de tratamento, representantes de instituições públicas que tratam os RSS gerados em suas unidades por autoclavação, um fabricante de autoclaves e representantes da FEAM. Como encaminhamento da reunião foi enviado um termo de convênio aos empreendimentos, com objetivo de que as empresas interessadas firmassem parcerias com o DESA para realização de pesquisas em escala real.

Considerando que algumas informações mais específicas sobre o tratamento poderiam não constar nos processos de licenciamento ou mesmo por alguns empreendimentos serem passíveis somente de AAF, foi elaborado um questionário (APÊNDICE A), estruturado no *Google Forms*, e encaminhado aos empreendimentos que firmaram parceria com o DESA para preenchimento, visando-se conhecer os procedimentos operacionais e de monitoramento nos empreendimentos regularizados por meio de AAF, para os quais não existem dados técnicos detalhados no processo de regularização, além de obter informações complementares àquelas que foram identificadas nos processos de licenciamento dos empreendimentos que possuem LO; REVLO ou LOC.

No questionário foram abordadas questões pertinentes, como: capacidade instalada e capacidade operada; quantidade de resíduos tratados por ciclo; temperatura, tempo e pressão de operação; forma de geração do vapor; forma de acondicionamento dos resíduos nos contêineres; frequência de monitoramento da eficiência do processo, por meio do uso de indicadores químicos e biológicos; frequência de validação do equipamento de autoclavação; forma de tratamento dos efluentes; controle de emissões; informações sobre trituração dos resíduos; forma de disposição final dos resíduos pós tratamento, assim como questões relacionadas às medidas de proteção à saúde e segurança dos trabalhadores.

Os empreendimentos também foram questionados, por e-mail, quanto aos gastos mensais com operação, manutenção e insumos utilizados para realização do tratamento por autoclavação.

Todas as informações obtidas, tanto por meio dos processos de licenciamento quanto pelo preenchimento do questionário, foram consolidadas em um banco de dados, possibilitando a elaboração de um diagnóstico dos empreendimentos existentes prestadores de serviços de autoclavação de RSS, como resultado da Fase I. Ressalta-se que os empreendimentos tiveram suas identificações preservadas, sendo identificados por códigos.

Considerando que a Resolução CONAMA n° 358/2005 estabelece que todos os sistemas de tratamento e disposição final de RSS devem ser submetidos a monitoramento, conforme parâmetros e periodicidade pré-estabelecidos, órgãos ambientais de diferentes estados, foram questionados, por meio de solicitações de informações em seus respectivos portais eletrônicos, quanto ao estabelecimento de uma frequência mínima para que os empreendimentos utilizem indicadores para monitoramento da eficiência do processo. Os órgãos ambientais questionados foram: Instituto Ambiental do Paraná; Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Rio Grande do Sul; Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina; Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo.

Também foram encaminhados ofícios a quatro fabricantes de autoclaves utilizadas pelos empreendimentos existentes em Minas Gerais, com apoio da FEAM, solicitando informações específicas dos equipamentos (APÊNDICE B) e respectivos procedimentos de qualificação; manuais dos modelos de autoclaves; informações sobre validação do processo; informações se foram estabelecidos perfis de temperatura e ensaios de penetração de vapor ao longo da câmara, dentre outras questões relevantes.

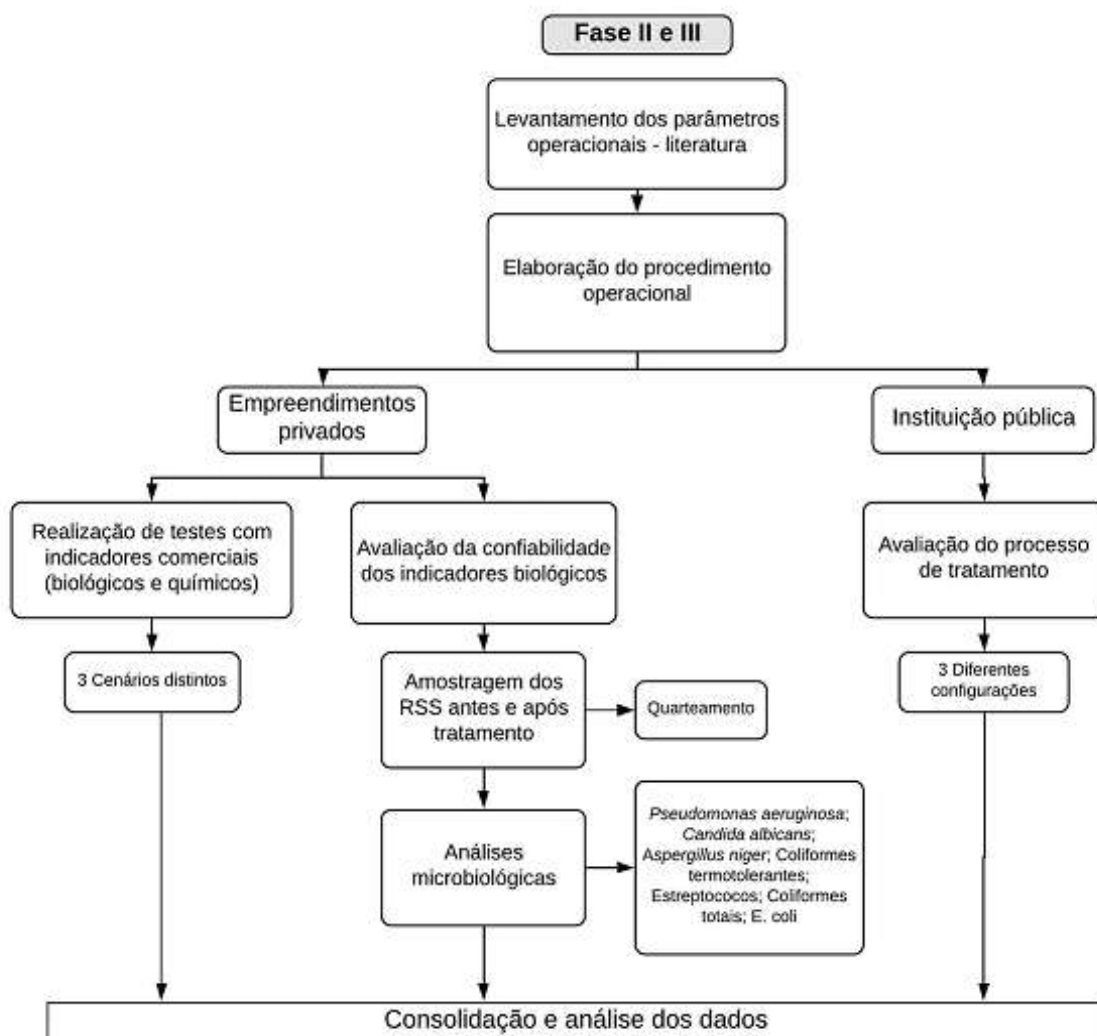
#### ***4.2 Elaboração do procedimento operacional***

Esta etapa consistiu no levantamento de parâmetros operacionais da atividade de autoclavação, principalmente temperatura, pressão e tempo, bem como a frequência de monitoramento da eficiência do processo abordada na literatura e em instrumentos normativos de órgãos e instituições internacionais, assim como informações dos próprios empreendimentos.

A partir da consolidação dos parâmetros, foi elaborado um procedimento operacional (APÊNDICE C), abrangendo a forma de operacionalização e o cronograma de realização dos testes nos empreendimentos privados, consistindo na Fase II.

Também foram avaliados e identificados os testes a serem realizados na Fundação Ezequiel Dias (FUNED), instituição pública ligada à Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais responsável pelo monitoramento das ações de vigilância epidemiológica, ambiental e sanitária, que também firmou parceria com o DESA. O objetivo principal dos testes na FUNED foi, principalmente, abranger as formas de inserção do indicador biológico dentro da embalagem autoclavável contendo os resíduos e o efeito dessas formas de inserção sobre o monitoramento do nível de inativação microbiana, conforme Figura 8.

**Figura 8** – Fluxograma das Fases II e III



Nesta etapa também foram realizados levantamentos sobre a possibilidade de melhorias para a realização da atividade, considerando principalmente questões relacionadas à saúde e segurança dos trabalhadores.

#### **4.2.1 Validação do procedimento operacional e realização dos testes nos empreendimentos privados**

Após elaboração do procedimento operacional, o mesmo foi avaliado pelos empreendimentos que firmaram parceria com o DESA a fim de verificar sua aplicabilidade.

O referido procedimento operacional contemplou as atividades do processo de tratamento e cronograma de realização dos testes com os indicadores biológicos e químicos, com objetivo de se avaliar a interferência de diferentes temperaturas no desempenho do processo e nos resultados dos indicadores, considerando que alguns fabricantes de indicadores estabelecem uma temperatura máxima de 132°C para que os mesmos sejam aplicados, a fim de evitar que as ampolas derretam ou ressequem, inviabilizando a leitura dos resultados.

Também foram realizadas análises microbiológicas nos RSS, em dois empreendimentos, com o intuito de avaliar a eficiência de redução da carga microbiana e realizar uma contraprova aos indicadores comerciais atualmente utilizados pelos empreendimentos.

##### 4.2.1.1 Caracterização dos empreendimentos

Após reunião, quatro empreendimentos (B, C, E e I) e a FUNED retornaram o Termo de Convênio de Cooperação Técnica e Científica assinados, desta forma, foi dada sequência ao estudo. Ressalta-se que, embora somente quatro empreendimentos tenham firmado parceria, suas capacidades instaladas para tratamento são significativas, principalmente para aqueles empreendimentos localizados em Belo Horizonte e na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Esses empreendimentos recebem RSS de municípios que abrigam grande concentração de geradores de RSS no estado, conforme relatado pelo Panorama da FEAM, ano base 2014, que mostrou que 73% dos RSS constantes na Declaração da Gestão de RSS foram gerados na Região Metropolitana de Belo Horizonte (FEAM, 2018).

A seguir serão listadas as principais características de cada empreendimento que firmou parceria com o DESA/UFMG:

- O empreendimento B possui uma autoclave pré-vácuo com capacidade nominal de 400 kg/hora, que comporta quatro contêineres em um ciclo de tratamento, cada um

podendo comportar aproximadamente 100 kg. Os contêineres são de aço inox, sendo fechados em todas as extremidades. Para inserção dos RSS nos contêineres, o empreendimento utiliza Papel Kraft como revestimento, a fim de evitar a fixação das embalagens deformadas pela elevada temperatura, nos contêineres. O empreendimento utiliza o indicador biológico 1262, fabricado pela 3M, o qual apresenta resultado em 48 horas de incubação. Esses indicadores são utilizados com uma frequência semanal. Quanto aos indicadores químicos, o empreendimento utiliza o indicador Comply 1250, fabricado pela 3M, a cada ciclo de tratamento. A forma de alimentação dos RSS nos contêineres ocorre de forma manual. A geração de vapor ocorre por caldeira a diesel, sendo a água utilizada fornecida pela concessionária local. O empreendimento possui um triturador para o qual os RSS são direcionados após o tratamento, com capacidade instalada de 400 t/mês. Os RSS tratados são direcionados a um aterro industrial para disposição final e os efluentes gerados são encaminhados para rede coletora de esgotos, estando o empreendimento em fase de implantação de uma estação de tratamento de efluentes.

- O empreendimento C possui uma autoclave pré-vácuo com capacidade nominal de 600 kg/hora, que comporta sete contêineres em um ciclo de tratamento, cada contêiner comporta aproximadamente 770 litros de resíduo. Os contêineres são de aço inox e possuem furos nas laterais e nos fundos. Para inserção dos RSS nos contêineres, o empreendimento utiliza Papel Kraft como revestimento. O empreendimento utiliza o indicador biológico 1292, fabricado pela 3M, o qual apresenta resultado em 3 horas de incubação, em uma frequência de duas vezes ao dia (por turno de trabalho). Além disso, o empreendimento também utiliza o indicador químico Comply 1250, fabricado pela 3M, a cada ciclo de tratamento. A forma de alimentação dos RSS nos contêineres ocorre de forma manual. A geração de vapor ocorre por caldeira a diesel, sendo a água utilizada fornecida pela concessionária local, tratada quimicamente, de forma a evitar corrosão nas tubulações. O empreendimento possui um triturador para o qual os RSS são direcionados após o tratamento, com capacidade instalada de 1080 t/mês. Os RSS tratados são direcionados a um aterro industrial para disposição final e os efluentes gerados no processo de tratamento são tratados na própria unidade, por um processo físico e biológico.
- O empreendimento E possui uma autoclave pré-vácuo com capacidade nominal de 100 kg/hora, que comporta quatro contêineres, sendo que cada contêiner comporta

aproximadamente 25 kg de resíduos para tratamento. Os contêineres são de aço inox e apresentam furos nas laterais, sendo totalmente abertos na parte superior. Para inserção dos RSS nos contêineres, o empreendimento utiliza Papel Kraft como revestimento, a fim de evitar a fixação das embalagens deformadas, pela elevada temperatura, nos contêineres. O empreendimento utiliza o indicador biológico Spor Test fabricado pela Cristófoli, para monitoramento do processo, o qual apresenta resultados entre 12 a 24 horas de incubação. O empreendimento não utiliza indicadores químicos para monitoramento. A forma de alimentação dos RSS nos contêineres ocorre parte de forma manual e parte mecânica, sendo que os RSS são colocados em esteira elétrica para serem acondicionados nos contêineres. A geração de vapor ocorre por caldeira a gás, sendo a água utilizada obtida em poço artesiano, previamente abrandada, para evitar corrosão nas tubulações. O empreendimento possui um triturador para o qual os RSS são direcionados após o tratamento, com capacidade instalada de 1 t/hora. Os RSS tratados são direcionados a um aterro industrial para disposição final e os efluentes gerados no processo de tratamento são tratados na própria unidade, por um processo físico-químico.

- O empreendimento I possui uma autoclave pré-vácuo com capacidade nominal de 600 kg/hora, que comporta cinco contêineres, sendo que cada contêiner comporta aproximadamente 120 kg de resíduos para tratamento. Os contêineres são de aço inox e não apresentam furos nas laterais, somente nas partes inferiores, sendo totalmente abertos na parte superior. Para inserção dos RSS nos contêineres, o empreendimento utiliza Plástico Polipropileno como revestimento, a fim de evitar a fixação das embalagens deformadas, pela elevada temperatura, nos contêineres. O empreendimento utiliza o indicador biológico 1492, fabricado pela 3M, para monitoramento do processo, o qual apresenta os resultados entre uma a três horas, em uma frequência mensal de utilização desses IBs. O empreendimento não utiliza indicadores químicos para monitoramento. A forma de alimentação dos RSS nos contêineres ocorre de forma manual. A geração de vapor ocorre por caldeira a gás, sendo a água utilizada fornecida pela concessionária local, previamente tratada para evitar corrosão das tubulações. O empreendimento não possui triturador. Os RSS tratados são direcionados a um aterro industrial para disposição final e os efluentes gerados no processo de tratamento são tratados na própria unidade, por um processo físico-químico, e reutilizados para troca de calor da autoclave e higienização da área e das bombonas de resíduos.

#### 4.2.1.2 Testes com indicadores biológicos e químicos nos empreendimentos privados

Considerando a falta de padronização de uma frequência de realização dos testes com indicadores biológicos e químicos entre os empreendimentos, assim como a não padronização dos locais de inserção destes indicadores na massa de resíduos, foi proposto aos quatro empreendimentos um procedimento operacional, para que fosse adotado certo padrão para realização dos testes.

Os indicadores foram dispostos na massa de resíduos, tanto no fundo quanto no meio do contêiner, a aproximadamente 10 cm e 50 cm da base do contêiner, para que as condições em que os RSS eram expostos durante o tratamento fossem avaliadas.

Foram realizados testes com indicadores químicos, classe IV, e biológicos durante 10 dias consecutivos em cenários distintos nos quatro empreendimentos que firmaram parceria. Ressalta-se que os empreendimentos foram orientados a adquirir os indicadores do mesmo lote, das marcas que comumente utilizam, considerando que cada lote de IB pode apresentar uma variação em sua população, resistência e tempo de inativação dos microrganismos, causada por variações genotípicas e fenotípicas das culturas de esporos (SANDLE, 2016).

Conforme destacado por Garibaldi *et al.* (2017), “os ciclos que avaliam a eficiência do tratamento devem conter os IBs dispostos dentro da carga de resíduos, considerando que os indicadores fora da massa de resíduos podem não refletir as reais condições do tratamento”, fato que demonstra a importância da avaliação dos indicadores na massa de resíduos.

Desta forma, para inserção dos indicadores na massa de resíduos foi proposto para alguns empreendimentos a fabricação de suportes, conforme Figura 9, para que os indicadores fossem inseridos no meio e no fundo do contêiner, considerando que alguns empreendimentos realizavam o monitoramento com os indicadores do lado externo do contêiner, sendo necessário, portanto, avaliar as condições de tratamento no interior da massa de resíduos, onde haveria uma maior dificuldade de contato do vapor com os resíduos.

Os suportes A e B da Figura 9 foram fabricados em aço inox e o suporte C foi fabricado em madeira, com objetivo de avaliar se ocorreria alguma interferência do tipo de material empregado. Os empreendimentos foram orientados a fabricar os suportes, para fixar os indicadores biológicos e químicos preferencialmente na mesma altura, de forma a facilitar a recuperação dos mesmos após o tratamento.

**Figura 9 – Modelo de suportes para inserção dos indicadores**

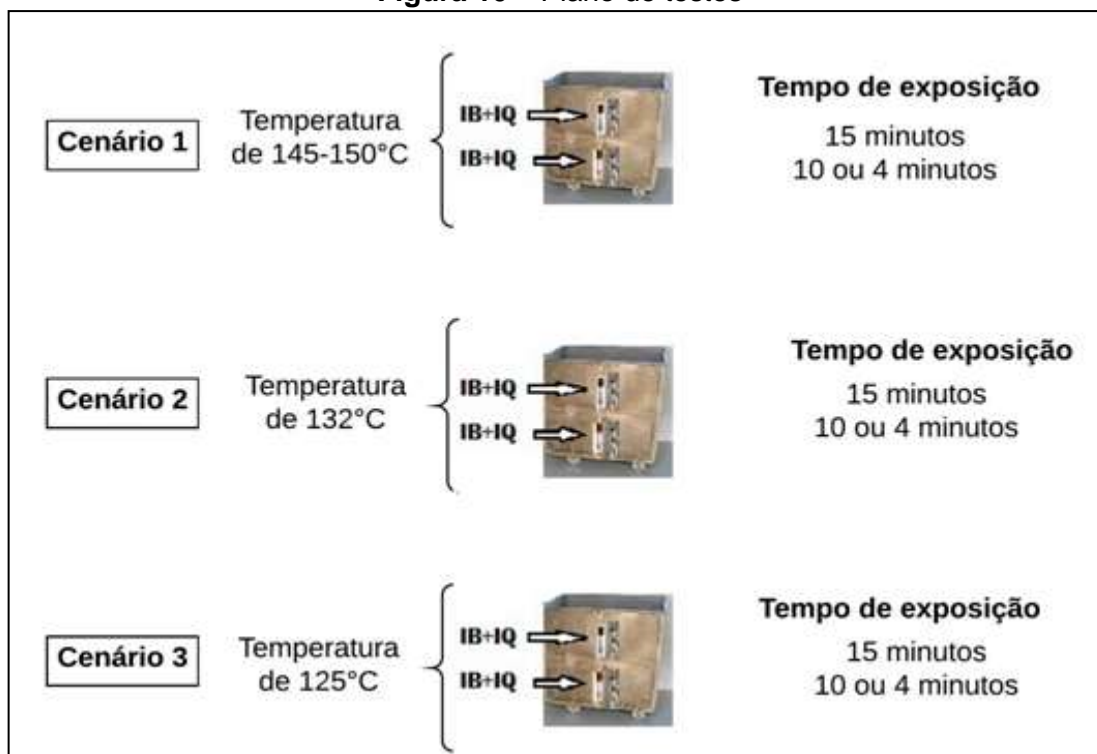


Considerando que as autoclaves industriais possibilitam apenas a alteração do tempo de exposição e da temperatura, sendo a pressão diretamente proporcional à temperatura, o plano de testes foi elaborado e aplicado nos empreendimentos (Figura 10), com adaptações, considerando em todos dois ou três valores de temperatura distintos para execução de testes.

Em dois empreendimentos foi aplicado, como menor tempo de exposição, o tempo de exposição de 10 minutos e em outros dois empreendimentos foi aplicado o tempo de exposição de 4 minutos. O tempo de exposição de 15 minutos foi comum para todos os empreendimentos, considerando que é o tempo padrão utilizado nos processos de tratamento.

O objetivo de se avaliar diferentes tempos de exposição teve como princípio dados da literatura em que os autores citam a relação inversamente proporcional do tempo de residência e temperatura, logo, quando se tem uma maior temperatura na câmara é necessário um menor tempo para se atingir a inativação microbiana aos níveis exigidos (GUYER, 1998; TENG et al., 2015; HOSSAIN et al., 2015).

**Figura 10 – Plano de testes**



O tempo de exposição de 4 minutos foi adotado com base nos argumentos relatados por Mckeen (2018). O autor apresentou os parâmetros mais utilizados para dois tipos de autoclave (gravitacional e pré-vácuo) para esterilização de produtos médico-hospitalares, em que para autoclaves pré-vácuo, a temperaturas de 132 a 135°C, são necessários tempos de exposição de 3 a 4 minutos. Desta forma, torna-se interessante avaliar se tais parâmetros também seriam adequados para descontaminação de resíduos. Já o tempo de exposição de 10 minutos foi adotado por ser um tempo intermediário entre os tempos anteriormente propostos e devido a resultados preliminares insatisfatórios com o tempo de exposição de 4 minutos.

As temperaturas na faixa de 145°C e 150°C foram adotadas no Cenário 1 por serem temperaturas comumente utilizadas pelos empreendimentos durante o processo de tratamento. A temperatura de 132°C foi adotada no Cenário 2 por ser a temperatura máxima recomendada pelos fabricantes para uso dos indicadores biológicos, já a temperatura de 125°C foi utilizada no Cenário 3 por ser a faixa de temperatura (entre 121 a 127°C) comumente recomendada e utilizada em processos de esterilização de materiais médico-hospitalares.

Para os testes foram empregados os indicadores comumente utilizados pelos empreendimentos, sendo assim foram avaliados duas marcas diferentes de indicadores biológicos (3M e Cristófoli) e químicos (classe IV das marcas 3M e Cristófoli), sendo empregados os mesmos lotes em casos de necessidades de aquisições posteriores. Cada cenário foi avaliado durante 10 dias, a fim de verificar diversas situações possíveis de carga recebida, em relação à variação de composição, pelos empreendimentos.

Além disso, foi solicitado aos empreendimentos que alternassem a posição do contêiner, contendo os indicadores, no equipamento, com objetivo de avaliar se ocorreria interferência da penetração de vapor em alguns pontos da autoclave. Entretanto, os empreendimentos não atenderam esse pedido, considerando que os testes ficavam a cargo dos operadores, para que realizassem diariamente, mas considerando a rotina de trabalho, os mesmos não anotavam periodicamente a posição do contêiner em que os indicadores estavam sendo submetidos, mas todos afirmaram que os contêineres avaliados foram inseridos em pontos onde ocorria maior dificuldade de penetração do vapor.

Considerando que os IQ da classe 5 são considerados os únicos indicadores que apresentam resposta semelhante aos IBs (ANSI, 2006), foram realizados testes, aplicando esses indicadores juntamente com os demais, em cada cenário, no empreendimento B, sendo os testes realizados em duplicata. Ressalta-se que foi selecionado somente um empreendimento por questões de custos, assim como a logística de realização dos testes.

Após o processo de tratamento, os indicadores foram retirados dos contêineres. Os IQs apresentavam resultados imediatos e os IBs foram incubados (Figura 11), conforme orientações dos fabricantes, para posterior leitura dos resultados.

**Figura 11 – Incubadora de IBs**



Ressalta-se que os empreendimentos B e I guardaram os indicadores para que a pesquisadora compilasse os resultados. Já os empreendimentos C e E compilaram os resultados dos testes e encaminharam à pesquisadora por e-mail.

Após todos os testes, os resultados foram analisados estatisticamente por meio do Teste de Associação ou de Independência (Teste qui-quadrado,  $\chi^2$ ), o qual é utilizado para avaliar a correlação entre variáveis categóricas. Para tanto, duas variáveis qualitativas e os dados são organizados em uma tabela de contingência (CALLEGARI-JACQUES, 2003).

Conforme Callegari-Jacques (2003), nessa tabela as variáveis são comparadas com o intuito de verificar a influência de determinada condição no padrão esperado de observações. A hipótese nula a ser testada verifica se a distribuição entre as proporções são as mesmas, independente da condição observada, ou seja, foi definida no intuito de avaliar se ocorria diferença significativa entre os tempos de exposição propostos, em relação à inativação de esporos de *Geobacillus stearothermophilus*.

Paralelamente foram realizados, em dois empreendimentos (C e I), testes conforme diretrizes da Norma Técnica CETESB P2.112/2016, em que fitas contendo  $10^4$  esporos de *Geobacillus stearothermophilus* foram submetidas ao processo de tratamento no meio da massa de resíduos (Figura 12) e posteriormente encaminhadas à um laboratório independente para serem incubadas em meio de cultura (caldo de triptona e soja com dextrose) por 7 dias, com o intuito de avaliar o crescimento de esporos. Tais testes foram realizados em duplicata. Esse teste também atuou como uma contraprova aos indicadores biológicos comerciais.

**Figura 12** – Fitas contendo *G. stearothermophilus*



#### 4.2.1.3 Avaliação microbiológica dos RSS nos empreendimentos privados

Foram realizadas análises microbiológicas dos RSS antes e após tratamento em dois dos empreendimentos (C e I) que firmaram parceria com o DESA. A coleta das amostras seguiram as descrições estabelecidas por Monteiro *et. al* (2001), considerando os pontos de amostragem, métodos de preservação, tipos de embalagens de coleta, dentre outras questões preconizadas pela ABNT, por meio da NBR 10.007 (ABNT, 2004).

Considerando que os empreendimentos coletam e armazenam os RSS coletados nos estabelecimentos geradores de RSS de forma aleatória, as amostras retiradas dos contêineres de tratamento foram consideradas representativas.

Para realização da amostragem antes do tratamento, foram selecionadas as embalagens contendo os RSS de cada contêiner, conforme a quantidade de contêineres suportada pela autoclave e que seriam tratados por um ciclo. As embalagens plásticas foram selecionadas de forma aleatória, tanto na superfície, quanto no meio e fundo do contêiner, considerando ainda o critério adotado por Aduan *et. al* (2011), “o critério de escolha dos sacos foi o de ele estar com pelo menos 50% do volume preenchido”.

Após coleta, para realização da amostragem foi realizado o quarteamento (Figura 13) e retirado cerca de 200 gramas de RSS para análise, sendo o restante inserido novamente no contêiner para ser submetido ao tratamento. Ressalta-se que foram adotados todos os requisitos necessários de segurança, para evitar possíveis acidentes.

**Figura 13** – Quarteamento dos RSS antes do tratamento



Com intuito de avaliar a inativação dos microrganismos, foram realizadas amostragens de RSS após tratamento tanto com tempo de exposição de 15 minutos quanto com tempo de exposição de 4 minutos, nas temperaturas de 150°C e 132°C (empreendimento C) e 145°C (empreendimento D), temperaturas essas comumente utilizadas pelos empreendimentos.

A amostragem dos RSS após tratamento foi realizada conforme estabelecido pela NBR 10.007 (ABNT, 2004), com algumas adaptações, sendo coletadas amostras do contêiner cujas amostras iniciais foram retiradas, vertendo-o na superfície, previamente impermeabilizada com lona, e retirando-se partes do resíduo tratado, com auxílio de uma pá. Em seguida, as amostras foram quarteadas (Figura 14).

**Figura 14 – Amostragem dos RSS após tratamento**



No empreendimento C foram realizadas três coletas de RSS sem tratamento e tratados a um tempo de 15 minutos de exposição, sendo duas amostras coletadas após tratamento com temperatura de 132°C e uma amostra após tratamento com temperatura de 150°C. Também foram realizadas três coletas de RSS sem tratamento e tratados a um tempo de 4 minutos de exposição, a temperatura de 132°C. Ressalta-se que as coletas foram realizadas em diferentes dias, sendo as amostras submetidas à refrigeração e enviadas para laboratório privado para realização das análises microbiológicas. Os custos para análise das amostras ficaram a cargo do próprio empreendimento.

No empreendimento I foram realizadas três coletas de RSS sem tratamento e tratados a um tempo de 15 minutos de exposição, a temperatura de 145°C. Também foram realizadas três coletas de RSS sem tratamento e tratados a um tempo de 4 minutos de exposição, a temperatura de 145°C. Ressalta-se que as coletas foram realizadas em diferentes dias, sendo as amostras submetidas à refrigeração e enviadas para laboratório privado para realização das análises microbiológicas. Os custos para análise das amostras ficaram a cargo do próprio empreendimento.

Foram identificados na literatura alguns microrganismos de interesse à saúde e ao meio ambiente, considerados patógenos de origem hospitalar e indicadores de poluição ambiental (USEPA, 1996 *apud* TAVARES, 2004; CUSSIOL, 2005). Entretanto, não foi possível realizar todas as análises devido às limitações do laboratório, de forma que foram analisados: *Pseudomonas aeruginosa*; Coliformes termotolerantes; Coliformes Fecais; *E.coli*, *Streptococcus fecalis* e Fungos.

O laboratório contratado por ambos os empreendimentos foi o Centro de Inovação e Tecnologia da Federação das Indústrias de Minas Gerais, acreditado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) desde 2005.

Para realização das análises, após lavagem da amostra, foram utilizados os métodos estabelecidos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA/AWWA/WEF, 2012), sendo os ensaios para determinação do número de coliformes totais, *Escherichia coli*, coliformes termotolerantes, *Streptococcus fecalis*, contagem total de fungos e contagem de *Pseudomonas aeruginosa* de acordo com SMEWW 9223 B, 9223 B, 9221 B, 9230 B, 9610 B e 9213 E, respectivamente. Os microrganismos foram caracterizados com ensaios em meio de cultura seletivo, repique e confirmação com provas bioquímicas.

Para avaliar a redução da carga microbiana, de cada microrganismo analisado no processo de tratamento, foi utilizada a equação cinética de primeira ordem:

$$RCM (\%) = \frac{n_o - n_f}{n_o} \times 100 \quad (1)$$

Onde,

RCM: Redução da Carga Microbiana, em porcentagem;

$n_o$ : Concentração inicial de microrganismos no resíduo, antes do tratamento;

$n_f$ : Concentração final de microrganismos no resíduo, após tratamento.

Alguns estudos que avaliaram a eficiência da descontaminação de RSS por micro-ondas (PISANI JR *et al.*, 2008; TONUCCI *et al.*, 2008 e OLIVEIRA *et al.*, 2010) ajustaram os resultados experimentais baseados na cinética de primeira ordem (Lei de Chick) e a consideraram adequada para avaliação dos processos de tratamento de RSS por meio da inativação microbiana.

#### 4.2.2 Validação do procedimento operacional e realização dos testes na Fundação Ezequiel Dias

Paralelamente aos testes aplicados nos empreendimentos, foram realizados testes na instalação de tratamento de resíduos da FUNED, especificamente na Divisão de Higienização e Produção de Meios de Cultura. A instituição trata os resíduos por autoclave, na própria unidade e, posteriormente, os RSS são recolhidos para tratamento por incineração por uma empresa privada.

Os laboratórios são orientados a inserir os RSS em embalagens autoclaváveis e esses dentro de cubas de aço inox. As cubas são identificadas com o nome do laboratório responsável pelo resíduo; o tipo de resíduo encaminhado para tratamento, de acordo com a classificação da RDC nº 222/2018; data de envio e o nome do responsável pela segregação e acondicionamento dos RSS. A autoclave comporta sete cubas em um ciclo de tratamento,

sendo as cubas inseridas em embalagens autoclaváveis com um máximo de 2/3 da capacidade da embalagem. A temperatura de operação é de 127°C e o tempo aproximado de tratamento é de 1h30min. A geração de vapor ocorre no próprio equipamento, sendo a água utilizada fornecida pela concessionária local e tratada previamente por osmose inversa. Os RSS são direcionados para uma área de armazenamento, após tratados, sendo posteriormente encaminhados para uma empresa privada, responsável pela incineração dos resíduos.

A unidade de tratamento foi objeto de pesquisa realizada por Galvão (2012), cujo objetivo foi avaliar a eficácia da descontaminação de resíduos. No estudo, o autor demonstrou a importância do preenchimento das embalagens autoclaváveis em até dois terços da capacidade, para viabilizar a descontaminação dos RSS. A partir de então, os laboratórios foram orientados quanto à forma de acondicionamento dos resíduos nas embalagens autoclaváveis, sendo que as mesmas são acondicionadas ainda em cubas de aço inox para serem inseridas na autoclave.

Os testes propostos neste estudo tiveram o objetivo de avaliar a eficiência do tratamento, principalmente pelo fato da unidade utilizar um modelo de autoclave e parâmetros diferentes daqueles adotados pelos empreendimentos industriais e utilizar embalagens autoclaváveis durante o processo de tratamento.

Inicialmente foram realizados testes seguindo o padrão de tratamento da instituição, ou seja, com os indicadores biológicos inseridos dentro de um tubo de vidro e esses dentro de uma cuba, mas fora das embalagens autoclaváveis (Figura 15), sendo duas cubas, contendo os IBs, posicionadas na frente e no fundo do equipamento. Tais testes foram realizados durante três semanas.

**Figura 15** – IBs inseridos fora da embalagem autoclavável



Os indicadores utilizados na instituição são fabricados pela 3M (ATTEST 1262, lote 201909JE), com leitura em 48 horas. Ressalta-se que em todos os testes foram utilizados o mesmo lote de indicadores.

Após o tratamento, os IBs foram incubados, por 48 horas em estufa, para avaliar o resultado e verificar se houve inativação microbiana, juntamente com o IB controle, não submetido ao tratamento. Posteriormente ao resultado, a fim de comprovar a inativação e o crescimento dos microrganismos, o conteúdo dos IBs foram vertidos a um caldo nutriente e novamente incubados por 5 a 7 dias, conforme Figura 16.

**Figura 16** – IBs vertidos no caldo nutriente



Para evidenciar a viabilidade dos microrganismos presente nos resíduos, foi realizada uma amostragem do resíduo, em duplicata, pelo método de caldo enriquecido e plaqueamento *pour plate* (Figura 17). Inicialmente foi retirada uma alçada de 10  $\mu$ L inoculada em 10 mL de caldo nutriente, sendo incubado por 72 horas. Em seguida, foi retirado 1 mL de caldo inoculado e plaqueado *pour plate*, sendo incubado por 48 horas.

**Figura 17** – Amostragem do resíduo



Considerando as constatações relatadas por Garibaldi *et al.* (2017), em que os autores afirmaram que as embalagens autoclaváveis não permitiam a penetração do vapor no centro da embalagem, tendo em vista que testes realizados em autoclaves com IBs inseridos em embalagens que não continham abertura não demonstraram eficiência na inativação dos *Geobacillus stearothermophilus*, também foram realizados outros testes com o intuito de avaliar a interferência das embalagens autoclaváveis para a eficiência do tratamento.

Os testes realizados tiveram como princípio a inserção do IB na própria massa de resíduo, em três diferentes situações, posicionadas na frente e no fundo do equipamento, conforme apresentado na Figura 18:

- IB dentro do tubo de vidro e fora da embalagem autoclavável (A);
- IB fora do tubo de vidro e dentro da embalagem autoclavável (B);
- IB dentro do tubo de vidro e dentro da embalagem autoclavável (C).

**Figura 18** – Diferentes configurações dos IBs avaliados no tratamento



Após inserção dos indicadores, a embalagem autoclavável foi selada, conforme rotineiramente e, em seguida, submetidas ao processo de tratamento. Tais testes foram realizados em duplicata.

Após o tratamento, os procedimentos foram os mesmos realizados anteriormente. Os IBs foram incubados, por 48 horas em estufa, para avaliar o resultado e verificar se houve inativação microbiana, juntamente com o IB controle. Posteriormente, a fim de comprovar a inativação e o crescimento dos microrganismos, o conteúdo dos IBs foram vertidos a um caldo nutriente e novamente incubados por 5 a 7 dias.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Diagnóstico dos procedimentos operacionais empregados pelos empreendimentos

A partir de consulta ao SIAM foram identificados 13 empreendimentos no Estado de Minas Gerais com licenciamento ambiental ou autorização ambiental de funcionamento para realização da atividade de autoclavação de resíduos de serviços de saúde, consistindo em uma capacidade instalada e licenciada de 108,4 toneladas por dia para esse tipo de tratamento.

Na Tabela 3 foram apresentados os empreendimentos, sua respectiva capacidade instalada e o tipo de regularização ambiental. Os empreendimentos foram identificados por códigos, a fim de garantir a confidencialidade dos dados. Destaca-se que dois destes empreendimentos (K e L) atualmente não estão em operação, devido à solicitação de adequações estabelecidas pelo órgão ambiental e decisão posterior do empreendedor pelo encerramento das atividades.

**Tabela 3 – Caracterização dos empreendimentos**

<b>Empreendimento</b>	<b>Município</b>	<b>Capacidade instalada (t/d)</b>	<b>Tipo de regularização ambiental</b>
A	Araguari	0,9	AAF
B	Belo Horizonte	4,5	LO
C	Betim	5,3	LOC
D	Contagem	12	LAS/RAS
E	Iguatama	14	LAS/RAS
F	Itajubá	0,9	AAF
G	Monte Alegre de Minas	0,9	AAF
H	Patos de Minas	0,85	LAS/RAS
I	Santa Luzia	16	LO/REVLO em análise
J	Santana do Paraíso	5	TAC* / LOC formalizado
K	Uberaba	3,5	LOC
L	Uberlândia	4,5	LOC
M	Uberlândia	40	LAS/RAS

\*TAC: Termo de Ajustamento de Conduta

Fonte: SIAM, 2018.

A Deliberação Normativa nº 74/2004 classificava aqueles empreendimentos com capacidade instalada inferior ou igual a 1 t/dia para a atividade de “*Tratamento e/ou disposição final de resíduos de serviços de saúde (Grupo A - infectantes ou biológicos), exceto incineração*” como pequeno porte, sendo dispensados do processo de licenciamento ambiental, mas sujeitos à AAF.

Conforme destacado na Tabela 3, três empresas possuem AAF e, por ser um tipo de regularização simplificada, os dados específicos do tratamento não constam nos documentos de licenciamento, sendo necessário o preenchimento do questionário para obtenção de tais informações. Contudo, somente sete empreendimentos preencheram o referido questionário (ANEXOS D a J), coincidentemente a maioria unidades regularizadas por meio de licenciamento ambiental, situação que exige estudo técnico, ainda que simplificado, e apresentação de relatórios de cumprimento de condicionantes, documentos que compõem seus respectivos processos, analisados nessa pesquisa. Dessa forma, foi possível obter informações específicas de somente um empreendimento que possui AAF, não tendo sido apresentadas nos resultados informações dos empreendimentos A e G, que possuem AAF e não responderam o questionário.

A partir da consolidação das informações, principalmente daquelas referentes aos parâmetros operacionais da autoclavação, foi possível observar que, embora os fabricantes dos equipamentos sejam diferentes, há certo padrão de temperatura adotada pelos empreendimentos para o processo de tratamento, ficando em torno de 150°C, durante todas as fases do processo, com pressão em torno de 4 kgf/cm<sup>2</sup> e tempo do ciclo completo cerca de 30 minutos, sendo o tempo da etapa denominada “esterilização”, denominada no estudo como tempo de exposição, estabelecido como 15 minutos nos empreendimentos analisados, conforme Tabela 4.

**Tabela 4 – Parâmetros operacionais adotados pelos empreendimentos** (continua)

Empreendimento	Condições operacionais		
	Temperatura (°C)	Pressão (kgf/cm <sup>2</sup> )	Tempo (min)
B	150 e 132**	4,8	40
C*	150 e 132**	4	35 a 40
D	135	3,2	40
E	135	3,2	60
F*	145	4,5	35 a 40
H	-	3,5	30
I*	145	3,5	30

**Tabela 4** – Parâmetros operacionais adotados pelos empreendimentos (conclusão)

Empreendimento	Condições operacionais		
	Temperatura (°C)	Pressão (kgf/cm <sup>2</sup> )	Tempo (min)
J	145	-	68
K*	150	4	30
L*	150	4	30
M	145	3,8	30

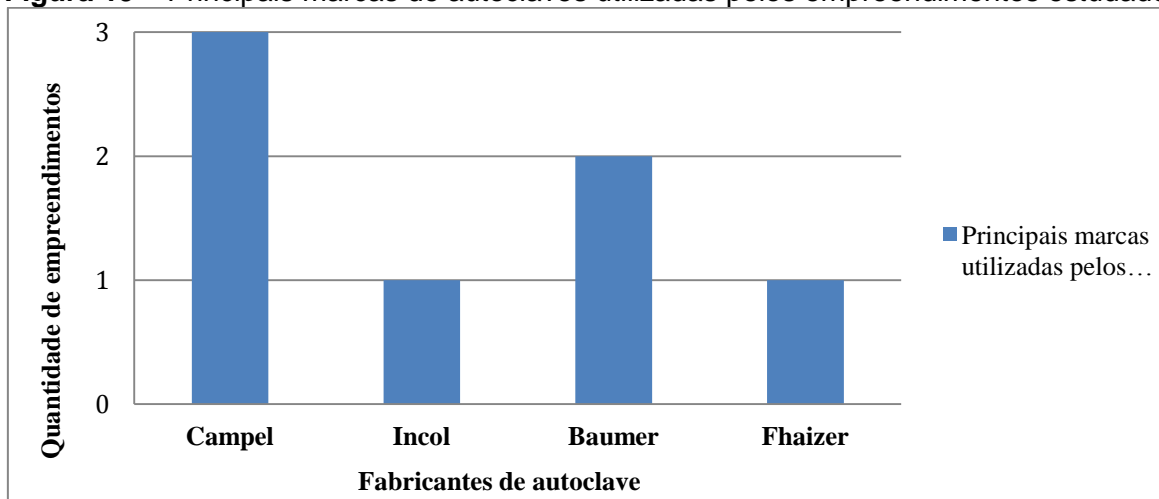
\*Informações obtidas tanto no processo de licenciamento ambiental quanto no formulário sobre autoclavagem preenchido pela empresa

\*\* Temperatura de tratamento informada no licenciamento, mas posterior às verificações da autoclave, o empreendimento passou a operar a 132°C

Todos os empreendimentos informaram que monitoram e registram os parâmetros de temperatura e pressão, sendo esses registros emitidos automaticamente pelo equipamento após término do ciclo.

O fato de haver certo padrão dos procedimentos adotados pelos empreendimentos está relacionado aos requisitos estabelecidos pelos fabricantes dos equipamentos, considerando que não há exigências legais sobre o processo de tratamento, tampouco estudos consistentes sobre os parâmetros ideais. Na figura 19 são apresentadas as principais marcas de autoclave utilizadas pelos empreendimentos.

**Figura 19** – Principais marcas de autoclaves utilizadas pelos empreendimentos estudados



Ressalta-se que nenhum empreendimento estudado apresentou o manual das autoclaves para avaliação, conforme solicitado pelo questionário. Contudo, nota-se que os parâmetros utilizados pelos empreendimentos para operação são os mesmos em empreendimentos que utilizam a mesma marca de autoclave.

A partir da avaliação da frequência de monitoramento do processo, por meio do uso de indicadores, as informações dos empreendimentos (Tabela 5) demonstram que não há uma padronização para estabelecimento dessa frequência, sendo que alguns empreendimentos realizam esse monitoramento por turno de trabalho, outras semanalmente, quinzenalmente ou mesmo trimestralmente, seguindo as especificações sugeridas pelos fabricantes dos indicadores.

**Tabela 5 – Frequência de utilização dos indicadores de eficiência**

Empreendimento	Frequência de monitoramento	
	Indicador biológico	Indicador químico
B	Semanalmente <sup>***</sup>	A cada ciclo <sup>***</sup>
C	A cada turno <sup>**</sup>	A cada ciclo <sup>**</sup>
D	Semanalmente <sup>*</sup>	Diariamente <sup>*</sup>
E	Quinzenalmente <sup>**</sup>	Não utilizado <sup>**</sup>
F	Semestralmente <sup>**</sup>	Trimestralmente <sup>**</sup>
H	Diariamente <sup>*</sup>	Diariamente <sup>*</sup>
I	Mensalmente <sup>***</sup>	Não utilizado <sup>***</sup>
J	Não informado	Não informado
K	Trimestralmente <sup>***</sup>	Não informado
L	Trimestralmente <sup>***</sup>	Não informado
M	Mensalmente <sup>*</sup>	Não utilizado <sup>*</sup>

\*Dados obtidos no processo de licenciamento

\*\*Dados obtidos por meio do questionário

\*\*\*Dados obtidos por meio do processo de licenciamento e questionário

Após análise dos pareceres únicos e respectivas condicionantes dos processos de licenciamento ambiental estabelecidas pelo órgão ambiental de Minas Gerais, para averiguar possíveis exigências sobre a frequência de monitoramento do processo de tratamento, foi possível verificar que apenas para dois empreendimentos foram solicitadas, pela SUPRAM Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, um período mínimo de análises e envio dos comprovantes de redução da carga microbiana trimestralmente. Entretanto, essa exigência

refere-se somente aos indicadores biológicos, para os indicadores químicos não há informações.

Em relação ao questionamento aos outros cinco órgãos ambientais (Instituto Ambiental do Paraná; Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Rio Grande do Sul; Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina; Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo) também sobre o estabelecimento de frequência para monitoramento, as informações foram respondidas pelas respectivas ouvidorias dos estados e todos informaram que não há uma solicitação padrão quanto a frequência, ficando a cargo dos empreendimentos estabelecerem a frequência ideal.

Questionados sobre a forma de distribuição destes indicadores na carga de resíduos a serem tratadas, os sete empreendimentos que responderam o questionário informaram que são dispostos de forma aleatória e/ou que são inseridos na parte exterior dos contêineres da autoclave, fato que não garante a análise das condições exercidas sobre a massa de resíduos.

Os empreendimentos também foram interrogados sobre a validação do equipamento, os quais cinco informaram que fica a cargo de empresa terceirizada. Contudo, dois empreendimentos relataram não contratar empresas para validar o equipamento, não realizando esse processo, questão preocupante, pois pode interferir diretamente na eficiência do tratamento. As exigências para qualificação estabelecidas pela ABNT, por meio da NBR 17665:2010 estabelece os requisitos para esterilização de produtos para saúde (ABNT, 2010), não englobando os equipamentos de descontaminação de resíduos. Desta forma, a validação fica a cargo dos empreendimentos prestadores de serviços, visto não haver critérios específicos em norma técnica, não sendo exigida sua comprovação pelos órgãos competentes.

Quanto aos questionamentos encaminhados, por meio de ofício, aos fabricantes de autoclaves, não foi obtido nenhum retorno, mesmo após reiteração por e-mail.

## ***5.2 Avaliação da eficiência do tratamento dos empreendimentos privados a partir dos cenários propostos***

Considerando que alguns empreendimentos optaram por realizar adaptações ao plano de testes proposto, por questões principalmente de custos dos indicadores biológicos, os resultados foram apresentados individualmente, por empreendimento.

No Quadro 9 é apresentada uma síntese das informações e características dos empreendimentos que firmaram parceria para realização dos testes.

**Quadro 9** – Quadro síntese dos empreendimentos que firmaram parceria

Empreendimento	Equipamento	Capacidade nominal (kg/hora)	Quant. de contêineres	Indicadores				Trituração	Disposição final
				IB	Frequência de utilização	IQ	Frequência de utilização		
B	Autoclave pré-vácuo	400	4	1262 – 3M	Semanal	1250 – 3M	A cada ciclo	Sim	Aterro classe II
C	Autoclave pré-vácuo	600	7	1292 – 3M	Por turno	1250 – 3M	A cada ciclo	Sim	Aterro classe II
E	Autoclave pré-vácuo	100	4	Sportest – Cristófoli	Quinzenal	Não utiliza	-	Sim	Aterro classe II
I	Autoclave pré-vácuo	600	5	1492 – 3M	Mensal	Não utiliza	-	Não	Aterro classe II

### 5.2.1 Resultados do Empreendimento B

Após conclusão da parceria do empreendimento com o DESA, a pesquisadora apresentou ao empreendimento todas as informações para início dos testes. A pesquisadora acompanhou um teste para repassar as instruções. Todos os testes, assim como o fornecimento dos indicadores, ficaram a cargo do empreendimento, de forma que, após finalização dos testes, a pesquisadora retornou ao empreendimento para recolhimento dos resultados, para que fossem compilados e analisados.

O empreendimento utiliza o indicador biológico 1262 da 3M, contendo  $10^5$  esporos de *G. stearothermophilus*, com leitura em 48 horas. O IB apresenta alteração de cor para amarelo, caso haja esporos sobreviventes na ampola, indicando resultados positivos. O IQ utilizado pelo empreendimento é da classe IV, também do mesmo fabricante.

O suporte, em madeira, utilizado pelo empreendimento para inserção dos indicadores na massa de resíduos apresentou algumas irregularidades durante os testes. O empreendimento relatou que o suporte não resistiu a alguns testes e se rompeu, sendo necessária a fabricação de novos suportes. Observou-se que o material se deteriorava de forma considerável conforme era submetido aos testes. Entretanto, os indicadores não se perdiam em meio à massa de resíduos, permitindo sua recuperação e inserção na incubadora para análise dos resultados.

No Quadro 10 são apresentados os resultados dos testes aplicados no empreendimento. Foi possível observar que alguns indicadores biológicos ficaram secos, após o período de incubação, o que inviabilizou a leitura dos resultados. Foi informado que tal situação vem ocorrendo com frequência no empreendimento. De acordo com o fabricante dos indicadores, o fato pode ter ocorrido devido a condições inadequadas de armazenamento.

Conforme orientações do fabricante, a tampa dos indicadores devem ser levemente pressionadas, após serem retiradas do processo, de forma a não comprometer os resultados e a interferência do meio nos esporos. Os fabricantes recomendam a incubação dos indicadores em até sete dias após serem submetidos ao processo de tratamento, devendo ser mantidos em temperatura ambiente.

De acordo com o empreendimento, todas as orientações do fabricante são criteriosamente seguidas.

**Quadro 10 – Resultados do empreendimento B**

Testes	Empreendimento B											
	IB 10 cm			IQ 10 cm			IB 50 cm			IQ 50 cm		
Cenário 1 – 150°C (tempos de exposição)	N*	NHC <sup>1</sup>	HC <sup>2</sup>	N*	S <sup>3</sup>	INS <sup>4</sup>	N*	NHC <sup>1</sup>	HC <sup>2</sup>	N*	S <sup>3</sup>	INS <sup>4</sup>
15 minutos	7	7	0	10	9	1	5	5	0	10	9	1
10 minutos	5	5	0	10	10	0	5	4	1	10	9	1
Cenário 2 – 132°C (tempos de exposição)	IB 10 cm			IQ 10 cm			IB 50 cm			IQ 50 cm		
	N*	NHC <sup>1</sup>	HC <sup>2</sup>	N*	S <sup>3</sup>	INS <sup>4</sup>	N*	NHC <sup>1</sup>	HC <sup>2</sup>	N*	S <sup>3</sup>	INS <sup>4</sup>
15 minutos	6	4	2	10	9	1	7	7	0	10	10	0
10 minutos	6	6	0	10	10	0	9	9	0	10	10	0
Cenário 3 – 125°C (tempos de exposição)	IB 10 cm			IQ 10 cm			IB 50 cm			IQ 50 cm		
	N*	NHC <sup>1</sup>	HC <sup>2</sup>	N*	S <sup>3</sup>	INS <sup>4</sup>	N*	NHC <sup>1</sup>	HC <sup>2</sup>	N*	S <sup>3</sup>	INS <sup>4</sup>
15 minutos	10	3	7	10	6	4	7	7	0	10	10	0
10 minutos	10	3	7	10	8	2	9	9	0	10	9	1

\*N: Número de indicadores (biológicos e químicos) avaliados

<sup>1</sup>NHC: Não houve crescimento de esporos de *Geobacillus stearothermophilus*

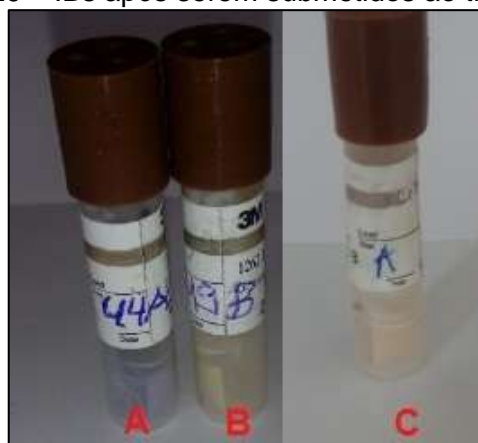
<sup>2</sup>HC: Houve crescimento de esporos de *Geobacillus stearothermophilus*

<sup>3</sup>S: Resultado satisfatório para indicador químico

<sup>4</sup>INS: Resultado insatisfatório para indicador químico

A partir da análise do Quadro 10 é possível observar que todos os IBs avaliados no Cenário 1, à temperatura de 150°C em 15 minutos de exposição, inseridos no fundo dos contêineres (10 cm da base), apresentaram inativação de esporos de *Geobacillus stearothermophilus*. Contudo, três IBs apresentaram ressecamento, o que inviabilizou a leitura dos resultados, conforme Figura 17. Os IQs, inseridos nas mesmas condições em que os IBs foram submetidos, apresentaram 90% de resultados satisfatórios.

Neste mesmo cenário 1, na condição em que o IB foi inserido a 50 cm da base do contêiner, os resultados foram similares àqueles dos IBs inseridos no fundo do contêiner. Cinco IBs apresentaram ressecamento, inviabilizando a leitura. Quanto aos IQs, inseridos nas mesmas condições, esses apresentaram 90% de resultados satisfatórios.

**Figura 20 – IBs após serem submetidos ao tratamento**

A partir da Figura 20 é possível observar três situações em que os IBs se apresentaram durante todos os testes no empreendimento. A imagem A apresenta um IB em que não houve crescimento de esporos; a imagem B é um IB cujo resultado demonstrou crescimento de esporos, e a imagem C é um IB que apresentou ressecamento, inviabilizando a leitura.

Já os resultados do tempo de exposição de 10 minutos do Cenário 1, nenhum dos IBs apresentaram crescimento de esporos, para aqueles IBs inseridos a 10 cm da base. Entretanto, nessas condições também houve ressecamento de cinco IBs. Os IQs, inseridos nas mesmas condições em que os IBs foram submetidos, apresentaram 100% de resultados satisfatórios.

Para aqueles IBs inseridos no meio dos contêineres (50 cm da base), nas mesmas condições acima, também ocorreu o problema de ressecamento em cinco IBs, sendo que para os IBs válidos, houve um que apresentou crescimento de esporos. Os IQs, inseridos nas mesmas condições em que os IBs foram submetidos, apresentaram 90% de resultados satisfatórios. Ressalta-se que o IQ que apresentou resultado insatisfatório não foi aquele inserido no mesmo suporte em que o IB apresentou crescimento de esporos.

Em relação ao Cenário 2, em que foi avaliada a temperatura de 132°C, considerando tempos de exposição de 15 minutos, 66,7% dos IBs apresentaram resultados satisfatórios e 33,3% apresentaram resultados insatisfatórios. Nesse cenário e tempo de exposição, quatro IBs apresentaram ressecamento. Os IQs, inseridos nas mesmas condições em que os IBs foram submetidos, apresentaram 90% de resultados satisfatórios. Destaca-se que esse IQ que apresentou resultado insatisfatório estava inserido no mesmo suporte que um dos IBs apresentou crescimento de esporos.

Na condição em que o IB foi inserido a 50 cm da base do contêiner, nenhum dos IBs apresentou crescimento, contudo três IBs apresentaram ressecamento, inviabilizando a leitura. Quanto aos IQs, todos apresentaram resultados satisfatórios.

Já os resultados do tempo de exposição de 10 minutos do Cenário 2, nenhum dos IBs apresentou crescimento de esporos, para aqueles IBs inseridos a 10 cm da base. Entretanto, nestas condições também houve ressecamento de quatro IBs. Os IQs, inseridos nas mesmas condições em que os IBs foram submetidos, apresentaram 100% de resultados satisfatórios.

Nos IBs inseridos a 50 cm da base do contêiner, para a mesma condição acima, nenhum dos IBs apresentou crescimento e somente um IB apresentou ressecamento. Quanto aos IQs, todos apresentaram resultados satisfatórios.

O Cenário 3, em que foi avaliada a temperatura de 125°C, foi o que mais apresentou problemas de inativação microbiana. No tempo de exposição de 15 minutos, com os IBs inseridos a 10 cm da base, 70% dos IBs avaliados apresentaram crescimento de esporos. Nessa condição, nenhum dos IBs apresentaram ressecamento, fato que pode estar relacionado a temperatura em que os IBs são submetidos, considerando que o fabricante estabelece a temperatura máxima como 132°C. Em relação aos IQs, 40% apresentaram resultados insatisfatórios, dos quais somente dois (ou seja, metade) foram inseridos juntamente com IBs que também apresentaram resultados insatisfatórios, demonstrando crescimento de esporos.

Na condição em que o IB foi inserido a 50 cm da base do contêiner, nenhum dos IBs que foi possível avaliar apresentou crescimento, mas três IBs apresentaram ressecamento, inviabilizando a leitura. Quanto aos IQs, todos apresentaram resultados satisfatórios. Tal situação indica que o fundo do contêiner (aproximadamente 10 cm da base) é um ponto crítico para penetração de vapor.

Quanto aos resultados do tempo de exposição de 10 minutos do Cenário 3, os resultados dos IBs inseridos a 10 cm da base do contêiner foram semelhantes aos resultados do tempo de exposição de 15 minutos, em que 70% apresentaram crescimento de esporos. Contudo, somente 20% de IQs apresentaram resultados insatisfatórios, ambos relacionados também aos IBs que apresentaram crescimento de esporos.

Na condição em que o IB foi inserido a 50 cm da base do contêiner, nenhum dos IBs apresentou crescimento, contudo um IB apresentou ressecamento, inviabilizando a leitura. Quanto aos IQs, 90% apresentaram resultados satisfatórios.

Ressalta-se que em todos os cenários, os IBs controles foram também inseridos na incubadora e todos os casos apresentaram resultados positivos, constando a presença de *G. stearothermophilus* nas ampolas.

A partir da análise estatística dos indicadores biológicos, foi possível concluir que não houve diferença significativa na inativação dos esporos de *G. stearothermophilus* entre os tempos de exposição de 15 e 10 minutos, em relação às diferentes temperaturas, nos três cenários avaliados. Logo, todos os testes demonstraram que a inativação de *G. stearothermophilus* é independente dos tempos de exposição avaliados.

Entretanto, ao avaliar se havia diferença significativa entre as posições de inserção dos indicadores (10 e 50 cm da base do contêiner), foi constatada diferença estatisticamente

significativa entre a posição dos IBs do cenário 3, em ambos os tempos de exposição. Tal resultado revela que a posição do IB interferiu na inativação dos esporos de *G. stearothermophilus*, sendo o fundo do contêiner um ponto crítico para penetração de vapor.

O empreendimento garantiu que, para aqueles resultados insatisfatórios de IB, os resíduos foram novamente submetidos ao processo de tratamento, até obterem eficiência de inativação microbiana, para assim os RSS serem encaminhados para disposição final.

Posteriormente a esses testes, o empreendimento realizou novos testes avaliando os IQs classe 5, conforme apresentando no Quadro 11. Na Figura 21 são demonstrados os IQs classe 5; a imagem A mostra o IQ cujo resultado foi insatisfatório, enquanto a imagem B apresenta resultado satisfatório.

**Figura 21 – Resultados de IQs classe 5**



**Quadro 11 – Resultado dos novos testes, incluindo IQ classe 5**

Testes	Empreendimento B																	
	IB 10 cm			IQ 10 cm			IQ <sub>5</sub>			IB 50 cm			IQ 50 cm			IQ <sub>5</sub>		
Cenário 1 (tempos de esterilização)	N <sup>*</sup>	NHC <sup>1</sup>	HC <sup>2</sup>	N	S <sup>3</sup>	INS	N	S	INS	N	NHC	HC	N	S	INS	N	S	INS
15 minutos	0	0	0	2	2	0	2	2	0	0	0	0	2	2	0	2	2	0
10 minutos	0	0	0	2	0	0	2	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0
Cenário 2 (tempos de esterilização)	N	NHC	HC	N	S	INS	N	S	INS	N	NHC	HC	N	S	INS	N	S	INS
15 minutos	0	0	0	2	2	0	2	0	2	2	2	0	2	2	0	2	1	1
10 minutos	1	0	1	2	2	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cenário 3 (tempos de esterilização)	N	NHC	HC	N	S	INS	N	S	INS	N	NHC	HC	N	S	INS	N	S	INS
15 minutos	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 minutos	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1

\*N: Número de indicadores (biológicos e químicos) avaliados

<sup>1</sup>NHC: Não houve crescimento de esporos de *Geobacillus stearothermophilus*

<sup>2</sup>HC: Houve crescimento de esporos de *Geobacillus stearothermophilus*

<sup>3</sup>S: Resultado satisfatório para indicador químico

<sup>4</sup>INS: Resultado insatisfatório para indicador químico

É possível notar, após análise do Quadro 11, que em grande parte dos IBs não foi possível realizar a leitura, sendo notificados como “zero” no campo correspondente, devido ao ressecamento das ampolas. Além disso, o empreendimento também não apresentou os resultados de alguns indicadores químicos. Tal questão inviabilizou uma análise específica do

IQ classe 5, para avaliar se realmente ele apresenta resultados semelhantes aos IBs, conforme preconizado ANSI/AAMI/ISO 11140-1:2014.

Ressalta-se que foi informada ao empreendimento a necessidade de avaliação, junto ao fabricante dos indicadores e fabricante da autoclave, sobre as causas do ressecamento dos indicadores. O empreendimento informou que, segundo o fornecedor, todas as condições de armazenamento e inserção dos indicadores na incubadora estão de acordo com as recomendações, mas que considera que alguma atitude deve ser tomada para evitar a perda dos indicadores.

### **5.2.2 Resultados do Empreendimento C**

A partir da conclusão da parceria, a pesquisadora apresentou ao empreendimento todas as informações para início dos testes. O empreendimento foi informado que todos os testes e o fornecimento dos indicadores ficariam a cargo dos mesmos. Desta forma, após conclusão dos testes, o responsável do empreendimento encaminhou à pesquisadora, via *e-mail*, os resultados obtidos, para compilação e análise.

Considerando que os indicadores biológicos e químicos eram fixados na parte externa do contêiner, foram confeccionados, pelo empreendimento, dois suportes em aço inox, uma de 70 centímetros e outra de 1 metro, para inserção dos indicadores na massa de resíduos. Os suportes possuíam um dispositivo para inserção do IB, na parte interna, e outro para inserção do IQ, na parte externa.

Na etapa de validação dos suportes, durante o estudo, alguns resultados dos indicadores não foram satisfatórios, de forma que foi necessário adaptá-los, desenvolvendo furos em toda sua extensão, a fim de viabilizar a penetração de vapor no interior dos suportes. Outra adaptação necessária foi a forma de inserção do IB no suporte, considerando que alguns IBs estavam apresentando água dentro da ampola, o que inviabilizava a leitura dos resultados. Neste sentido, os IBs foram reposicionados nos suportes com a tampa para cima.

Para realização dos testes do cenário 2 foi necessário realizar novos furos nos suportes, devido a vedação dos furos ocasionada pela deformação das embalagens plásticas após o processo de tratamento.

Após toda essa adaptação, os suportes demonstraram um bom desempenho após serem submetidos ao processo de tratamento, considerando que não deterioraram, tampouco ocasionaram perda de indicadores.

Após todo o ciclo de tratamento, os indicadores foram retirados dos suportes e avaliados, sendo os IBs inseridos na incubadora para leitura dos resultados. O empreendimento utiliza o IB da marca 3M, leitura Rápida Attest 1292, contendo  $10^5$  esporos de *G. stearothermophilus*, com leitura de 3 horas, e IQ classe IV, do mesmo fabricante. No Quadro 12 são apresentados os resultados obtidos nos cenários propostos.

Ressalta-se que o empreendimento foi o primeiro a realizar tais testes, desta forma, foi proposto inicialmente um período de testes de 30 dias no cenário 1, a fim de validar os suportes e o plano de testes. Entretanto, devido a questões operacionais, foram realizados testes durante 24 e 25 dias.

**Quadro 12 – Resultados do Empreendimento C**

Testes	Empreendimento C											
	IB 10 cm			IQ 10 cm			IB 50 cm			IQ 50 cm		
	N*	NHC <sup>1</sup>	HC <sup>2</sup>	N*	S <sup>3</sup>	INS <sup>4</sup>	N*	NHC <sup>1</sup>	HC <sup>2</sup>	N*	S <sup>3</sup>	INS <sup>4</sup>
<b>Cenário 1 – 150°C</b> (tempos de exposição)												
15 minutos	21	16	5	24	24	0	24	23	1	24	24	0
4 minutos	1	1	0	1	1	0	25	21	4	25	25	0
<b>Cenário 2 – 132°C</b> (tempos de exposição)												
15 minutos	20	12	8	20	20	0	20	12	8	20	20	0
4 minutos	20	2	18	20	20	0	20	2	18	20	20	0

\*N: Número de indicadores (biológicos e químicos) avaliados

<sup>1</sup>NHC: Não houve crescimento de esporos de *Geobacillus stearothermophilus*

<sup>2</sup>HC: Houve crescimento de esporos de *Geobacillus stearothermophilus*

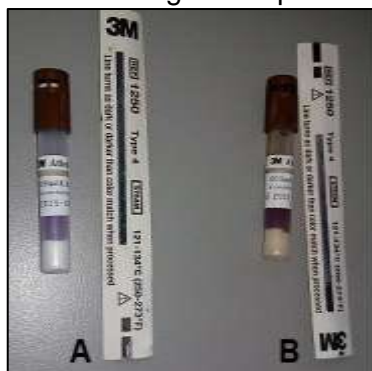
<sup>3</sup>S: Resultado satisfatório para indicador químico

<sup>4</sup>INS: Resultado insatisfatório para indicador químico

É importante destacar que alguns IBs inseridos no suporte que avaliava as condições a 10 cm da base dos contêineres, no cenário 1 para o tempo de exposição de 15 minutos, apresentaram água em seu interior, o que comprometeu a leitura dos resultados (Figura 22.B).

Desta forma, o empreendimento optou por realizar a maioria dos testes do tempo reduzido (4 minutos de exposição) do cenário 1 com os indicadores inseridos no meio da massa de resíduos (suporte a 50 cm da base do contêiner) para evitar o comprometimento da leitura dos IBs.

**Figura 22** – Indicadores biológicos e químicos após tratamento



A partir da análise do Quadro 12 é possível observar que 76,2% dos IBs avaliados no Cenário 1, à temperatura de 150°C em 15 minutos de exposição, inseridos no fundo dos contêineres (10 cm da base), apresentaram inativação de esporos de *Geobacillus stearothermophilus* e 23,8% dos testes avaliados não apresentaram inativação do esporo. Entretanto, os IQs, inseridos nas mesmas condições em que os IBs foram submetidos, apresentaram 100% de resultados satisfatórios.

Neste mesmo cenário, na condição em que o IB foi inserido a 50 cm da base do contêiner, 95,8% dos IBs apresentaram resultados satisfatórios de inativação dos esporos. Além disso, os IQs avaliados nas mesmas condições também apresentaram 100% de resultados satisfatórios.

Já os resultados do tempo de exposição de 4 minutos do Cenário 1 apresentou mais crescimento de esporos (16% do total de IBs avaliados na altura de 50 cm da base do contêiner), se comparado ao tempo de 15 minutos de exposição. Contudo, todos os IQs apresentaram resultados satisfatórios.

Em relação ao Cenário 2, em que foi avaliada a temperatura de 132°C em tempos de exposição de 15 e 4 minutos, o empreendimento optou por realizar dois testes por dia, totalizando 20 testes durante os 10 dias propostos. Neste cenário foi possível notar uma maior divergência entre os resultados. No tempo de exposição de 15 minutos, em ambas as posições, 60% dos IBs não apresentaram crescimento de esporos e 40% apresentaram problemas da inativação do microrganismo, em um total de 20 testes realizados. Contudo, os IQs apresentaram todos os resultados satisfatórios.

Já no tempo de exposição de 4 minutos, a situação apresentou-se bastante insatisfatória, considerando que em ambas as posições de inserção os IBs apresentaram 90% de crescimento de esporos de *G. stearothermophilus*, em um total de 20 testes realizados. Mais uma vez, os IQs apresentaram 100% de resultados satisfatórios.

A partir da análise estatística dos indicadores biológicos, foi possível concluir que para o Cenário 1 não houve diferença significativa na inativação dos esporos de *G. stearothermophilus* entre os tempos de exposição de 15 e 4 minutos nos dois cenários avaliados. Entretanto, no Cenário 2 houve uma diferença significativa entre os tempos de exposição, demonstrando que a inativação dos esporos de *G. stearothermophilus* não é independente do tempo de exposição empregado. Desta forma, o tempo de exposição de 4 minutos à temperatura de 132°C não se demonstrou adequado para inativação dos esporos.

Ressalta-se que em todos os cenários, os IBs controles foram também inseridos na incubadora e todos os casos apresentaram resultados positivos, constando a presença de *G. stearothermophilus* nas ampolas.

Considerando que todos os indicadores químicos apresentaram resultados satisfatórios, não foi possível aplicar os testes estatísticos para comparação. Tais constatações demonstram que utilizar apenas os IQs para avaliar a eficiência do processo de tratamento pode não garantir a inativação microbiana na massa de resíduos, embora os parâmetros físicos sejam atingidos.

Quanto aos resultados de inativação microbiana, conforme diretrizes da Norma Técnica CETESB P2.112/2016, ambos os testes, realizados em 23/05/2018, apresentaram ausência de crescimento microbiano após 7 dias de incubação, demonstrando uma redução de 4 Log<sub>10</sub> na concentração de esporos. Ressalta-se que no dia em que o referido teste foi realizado, os IBs e IQs apresentaram resultados satisfatórios.

Salienta-se que o empreendimento afirmou que para os resultados insatisfatórios verificados, todas as cargas de resíduos foram novamente processadas e somente transportadas para disposição final após confirmação da eficiência de inativação microbiana.

### **5.2.3 Resultados do Empreendimento E**

Após conclusão da parceria com o empreendimento, a pesquisadora apresentou ao empreendimento todas as informações para início dos testes. Como nos demais, todos os testes, assim como o fornecimento dos indicadores ficaram a cargo do empreendimento.

Entretanto, o empreendimento optou por não realizar muitos testes, devido ao investimento que seria necessário para obtenção dos indicadores. Desta forma, o empreendimento salientou que poderia realizar somente duplicatas de cada um dos testes, dos cenários 1 e 2, na altura de 10 cm e 50 cm da base do contêiner. Após finalização dos testes, o responsável pelo

empreendimento encaminhou à pesquisadora os resultados, via *e-mail*, para serem compilados e analisados.

O empreendimento utiliza o indicador biológico Spor Test, fabricado pela Cristófoli, contendo  $10^5$  esporos de *G. stearotherophilus*, o qual apresenta resultados entre 12 a 24 horas de incubação. O IB apresenta alteração de cor para amarelo, caso haja esporos sobreviventes na ampola, indicando resultados positivos. Quanto ao IQ, o empreendimento optou por adquirir a classe IV, também da Cristófoli.

O empreendimento optou por fabricar um suporte em aço inox, nos moldes do suporte A, conforme Figura 23, o qual se demonstrou adequado.

**Figura 23** – Suporte para inserção dos indicadores na massa de resíduos



No Quadro 13 são apresentados os resultados dos testes aplicados no empreendimento, conforme os cenários propostos.

**Quadro 13** – Resultados do Empreendimento E

Testes	Empreendimento E											
	IB 10 cm			IQ 10 cm			IB 50 cm			IQ 50 cm		
Cenário 1 – 150°C (tempos de exposição)	N*	NHC <sup>1</sup>	HC <sup>2</sup>	N*	S <sup>3</sup>	INS <sup>4</sup>	N*	NHC <sup>1</sup>	HC <sup>2</sup>	N*	S <sup>3</sup>	INS <sup>4</sup>
15 minutos	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0
10 minutos	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0
Cenário 2 – 132°C (tempos de exposição)	N*	NHC <sup>1</sup>	HC <sup>2</sup>	N*	S <sup>3</sup>	INS <sup>4</sup>	N*	NHC <sup>1</sup>	HC <sup>2</sup>	N*	S <sup>3</sup>	INS <sup>4</sup>
15 minutos	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0
10 minutos	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0

\*N: Número de indicadores (biológicos e químicos) avaliados

<sup>1</sup>NHC: Não houve crescimento de esporos de *Geobacillus stearotherophilus*

<sup>2</sup>HC: Houve crescimento de esporos de *Geobacillus stearotherophilus*

<sup>3</sup>S: Resultado satisfatório para indicador químico

<sup>4</sup>INS: Resultado insatisfatório para indicador químico

No Quadro 13 é possível observar que os resultados de todos os cenários foram satisfatórios, tanto para os indicadores biológicos quanto para os químicos. Ressalta-se que em todos os cenários, os IBs controles foram também inseridos na incubadora e todos os casos apresentaram resultados positivos, constatando a presença de *G. stearotherophilus* nas ampolas.

Entretanto, não foi possível obter uma análise conclusiva, tampouco aplicar testes estatísticos, devido ao pequeno número de resultados.

#### 5.2.4 Resultados do Empreendimento I

Após conclusão da parceria, a pesquisadora apresentou ao empreendimento todas as informações para início dos testes, ressaltando que o fornecimento dos indicadores e a realização dos testes ficariam a cargo do empreendimento. Desta forma, após finalização dos testes, a pesquisadora retornou ao empreendimento para recolhimento dos resultados, para que fossem compilados e analisados.

O empreendimento I já utilizava um suporte para realização dos testes com IBs, conforme apresentado na Figura 9B. De acordo com os responsáveis do empreendimento, comumente registrava-se a perda de IB, tanto na massa de resíduo, por ficar bastante densa após tratamento, quanto pelo ressecamento do IB, o que comprometia a leitura dos resultados. Segundo os responsáveis, após fabricação dos suportes tais problemas foram sanados.

Entretanto, o empreendimento não fazia uso de IQ para avaliar as condições operacionais. Desta forma, foi proposta a aquisição do indicador para realização dos testes. Considerando que em um suporte era possível a inserção somente de um indicador, foram necessários dois suportes, sendo um para inserção do IQ e outro para inserção do IB, ambos inseridos na massa de resíduos na mesma posição, sendo fixados um no outro e no contêiner por um arame (Figura 24).

**Figura 24** – Indicador biológico e químico inseridos na massa de resíduos



Após o tratamento, os indicadores foram retirados dos contêineres e avaliados, sendo os IBs inseridos na incubadora para leitura dos resultados. O empreendimento utiliza o IB da marca 3M, leitura super rápida Attest 1492, com leitura de 1 hora, contendo  $10^5$  esporos de *G. stearothermophilus*. O empreendimento optou por adquirir o IQ do mesmo fabricante, em que foi adquirido o IQ classe IV.

No Quadro 14 são apresentados os resultados obtidos nos cenários propostos.

**Quadro 14 – Resultados do Empreendimento I**

Testes	Empreendimento I											
	IB 10 cm			IQ 10 cm			IB 50 cm			IQ 50 cm		
Cenário 1 – 150°C (tempos de exposição)	N*	NHC <sup>1</sup>	HC <sup>2</sup>	N*	S <sup>3</sup>	INS <sup>4</sup>	N*	NHC <sup>1</sup>	HC <sup>2</sup>	N*	S <sup>3</sup>	INS <sup>4</sup>
15 minutos	10	10	0	10	8	2	10	10	0	10	10	0
4 minutos	10	10	0	10	8	2	10	10	0	10	10	0
Cenário 2 – 132°C (tempos de exposição)	N*	NHC <sup>1</sup>	HC <sup>2</sup>	N*	S <sup>3</sup>	INS <sup>4</sup>	N*	NHC <sup>1</sup>	HC <sup>2</sup>	N*	S <sup>3</sup>	INS <sup>4</sup>
15 minutos	10	10	0	10	10	0	10	10	0	10	10	0
4 minutos	10	10	0	10	10	0	10	9	1	10	10	0
Cenário 3 – 125°C (tempos de exposição)	N*	NHC <sup>1</sup>	HC <sup>2</sup>	N*	S <sup>3</sup>	INS <sup>4</sup>	N*	NHC <sup>1</sup>	HC <sup>2</sup>	N*	S <sup>3</sup>	INS <sup>4</sup>
15 minutos	10	10	0	10	9	1	10	10	0	10	10	0
4 minutos	10	10	0	10	8	2	10	10	0	10	10	0

\*N: Número de indicadores (biológicos e químicos) avaliados

<sup>1</sup>NHC: Não houve crescimento de esporos de *Geobacillus stearothermophilus*

<sup>2</sup>HC: Houve crescimento de esporos de *Geobacillus stearothermophilus*

<sup>3</sup>S: Resultado satisfatório para indicador químico

<sup>4</sup>INS: Resultado insatisfatório para indicador químico

No Quadro 14 é possível observar que, de modo geral, os resultados de todos os cenários foram satisfatórios. É possível notar que todos os IBs avaliados no Cenário 1, à temperatura de 150°C em 15 minutos e 4 minutos de exposição, inseridos no fundo dos contêineres (10 cm da base), apresentaram inativação de esporos de *G. stearothermophilus*. Quanto aos IQs, inseridos nas mesmas condições em que os IBs foram submetidos, apresentaram 80% de resultados satisfatórios, em ambos os tempos de exposição.

Na condição em que o IB e o IQ foi inserido a 50 cm da base do contêiner, os resultados também foram satisfatórios, para ambos os tempos de exposição, não ocorrendo nenhuma inviabilidade de leitura ou condições insatisfatórias.

Em relação ao Cenário 2, em que foi avaliada a temperatura de 132°C no tempo de exposição de 15 minutos, todas as condições também apresentaram resultados satisfatórios,

demonstrando somente um crescimento de esporos de *G. stearothermophilus* no tempo de exposição de 4 minutos, para o IB inserido no meio do contêiner (50 cm da base).

O Cenário 3, em que foi avaliada a temperatura de 125°C, também seguiu as condições satisfatórias dos demais cenários, apresentando resultados insatisfatórios somente em alguns IQs.

Os responsáveis do empreendimento ressaltaram que o fabricante garante condições satisfatórias de tratamento em temperaturas de até 121°C, fato que pode justificar os resultados dos três cenários.

A partir da análise estatística dos indicadores biológicos, foi possível concluir que não houve diferença significativa na inativação dos esporos de *G. stearothermophilus* entre os tempos de exposição de 15 e 4 minutos nos três cenários avaliados, nas diferentes temperaturas avaliadas.

Quanto aos resultados de inativação microbiana, conforme diretrizes da Norma Técnica CETESB P2.112/2016, ambos os testes, realizados em 09/07/2018 e 16/07/2018, apresentaram ausência de crescimento microbiano após 7 dias de incubação, demonstrando uma redução de 4 Log<sub>10</sub> na concentração de esporos. Ressalta-se que os IBs e IQs avaliados no mesmo dia também apresentaram resultados satisfatórios.

O empreendimento garantiu que, para aqueles resultados insatisfatórios de IB, os resíduos foram novamente submetidos ao processo de tratamento, até obterem resultados satisfatórios de inativação microbiana.

### **5.3 Frequência adequada para monitoramento do processo de tratamento**

De acordo com os resultados obtidos nos testes aplicados nos empreendimentos é possível concluir que o monitoramento por meio do uso de indicadores em uma frequência mensal, quinzenal, trimestral ou mesmo semestral é inviável, pois não é possível garantir que as condições do tratamento estarão adequadas para longos períodos sem monitoramento.

A partir dos resultados não foi possível estabelecer uma frequência ideal para utilização dos indicadores em todos os cenários, considerando que em alguns empreendimentos houve uma variação considerável entre indicadores satisfatórios e insatisfatórios durante os dias de testes.

Entretanto, em todos os empreendimentos analisados foi possível observar que na temperatura e tempo de exposição comumente já utilizados na operação dos empreendimentos (145 ou 150°C, com tempo de exposição dos RSS a 15 minutos), os indicadores, tanto os biológicos quanto os químicos, apresentaram resultados satisfatórios. Fato que pode indicar que o uso de indicadores biológicos em uma frequência de uso de duas vezes por semana seria adequado para monitoramento, sendo avaliados em dois ou mais pontos distintos do contêiner, incluindo o fundo dos contêineres, que se mostraram pontos críticos na penetração de vapor.

Além disso, foi observado que dentre os sete empreendimentos que preencheram o questionário sobre autoclavagem de RSS, quatro informaram que não utilizam indicadores químicos para monitoramento do processo. Ressalta-se a importância do uso de IQ, os quais, embora não garantam a inativação microbiana no tratamento, apresentam um indicativo de que os parâmetros ideais para o processo estão sendo atingidos. Desta forma, considerando os custos dos IQs, conforme Tabela 6, sugere-se a utilização dos mesmos a cada ciclo de tratamento, em todos os contêineres e em duas alturas distintas.

**Tabela 6 – Custos dos indicadores**

<b>Marca</b>	<b>Especificação</b>	<b>Custos (R\$)</b>
IB resposta em até 1 hora – 3M	Caixa com 50 unidades	2.722,50
IB resposta em 3 horas – 3M	Caixa com 50 unidades	1.825,00
IB resposta em 3 horas - Sispack	Caixa com 50 unidades	2.004,75
IB resposta em 24 horas – Cristófoli	Caixa com 50 unidades	696,00
IB resposta em 24 horas – Biomeck	Caixa com 50 unidades	245,00
IB resposta em 48 horas – 3M	Caixa com 50 unidades	627,50
IQ tipo IV – 3M	Caixa com 500 unidades	165,00
IQ tipo V – 3M	Caixa com 500 unidades	600,00
IQ tipo IV – Cristófoli	Caixa com 250 unidades	259,96
IQ tipo V – Cristófoli	Caixa com 500 unidades	749,90
IQ tipo IV – Biomeck	Caixa com 500 unidades	225,00

Fonte: 3M, 2018; Cristófoli, 2018; Biomeck, 2018; Sispack, 2018.

A partir da Tabela 6 é possível notar uma diferença expressiva entre os valores dos IBs conforme o tempo de resposta. Contudo, os IBs que apresentam uma leitura rápida dos

resultados facilitam a tomada de decisão quanto à eficiência do tratamento e sua adequação para liberação dos RSS para envio à disposição final, não comprometendo o tempo entre os processos.

Considerando a sugestão de utilização de IBs duas vezes por semana, um empreendimento ao realizar testes com IBs em duas alturas distintas de um contêiner, utilizaria 16 IBs por mês. Desta forma, uma caixa de IBs proporcionaria aproximadamente 3 meses de testes, gerando um gasto, aproximado, de R\$ 907,50/mês, considerando os IBs de leitura rápida.

Quanto aos IQs, considerando um empreendimento em que a autoclave comporta cinco contêineres e que realiza oito ciclos diários de tratamento, seriam utilizados 80 IQs por dia. Desta forma, uma caixa de IQs proporcionaria uma semana de uso, aproximadamente. Gerando um gasto, aproximado, de R\$ 660,00/mês.

Foi realizado um levantamento junto aos empreendimentos quanto aos custos operacionais, contudo somente três empreendimentos responderam aos questionamentos. Na Tabela 7 são apresentados os gastos médios mensais dos empreendimentos para operação da unidade de autoclavação.

**Tabela 7 – Custos operacionais**

<b>Insumos, Operação e Manutenção</b>	<b>Empreendimento B (custos R\$)</b>	<b>Empreendimento E (custos R\$)</b>	<b>Empreendimento I (custos R\$)</b>
Energia elétrica	1.500,00	3.000,00	9.300,00
Água	800,00	0,00 (captação subterrânea)	2.537,18
Gastos com mão de obra e setor administrativo	27.300,00	60.000,00	39.513,00
Caldeira (combustível e manutenção)	10.200,00	4.800,00	25.833,00
Indicadores (biológicos e químicos)	500,00	200,00	3.120,00
Manutenção em geral	3.000,00	6.000,00	25.569,00

Nota-se que uma das questões mais onerosas para o tratamento por autoclavação são os gastos com mão de obra e serviços administrativos. A operação somente da autoclave fica na faixa de R\$ 7.000 a 25.000. Já os gastos com monitoramento são os menores, fator que corrobora para aplicação de melhorias, considerando que é através do monitoramento, com indicadores biológicos e químicos, que o empreendedor garante a descontaminação dos resíduos.

## 5.4 Resultados das análises microbiológicas dos RSS

As amostragens dos RSS foram realizadas em dois empreendimentos privados localizados na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Os demais empreendimentos participantes do projeto não realizaram essa etapa por questões financeiras e/ou por questões logísticas para encaminhamento dos RSS para análise.

A primeira amostragem foi conduzida no empreendimento C, o qual optou por triturar os RSS antes do tratamento, a 150°C com 15 minutos de exposição, para aumentar a superfície de contato do resíduo a ser exposta ao vapor, e também triturá-los depois do tratamento, após higienização do triturador.

Entretanto, as análises dos RSS após tratamento apresentaram resultados de quantificação de microrganismos bastante semelhantes aos resultados de RSS não tratados, conforme resultados de redução da carga microbiana, apresentados na Tabela 8. Tal fato pode estar relacionado a alguma contaminação ocorrida no momento da amostragem, considerando que o triturador pode ter sido uma fonte de contaminação, mesmo após a higienização, assim como a pa que revolveu e retirou os RSS do contêiner.

**Tabela 8** – Redução da carga microbiana do Empreendimento C –  
15 minutos de exposição a 150°C

Empreendimento C	
Microrganismos	Redução da carga microbiana (%)
Coliformes totais	-*
<i>E. coli</i>	97,98
Coliformes termotolerantes	66,25
Streptococos fecais	77,43
Contagem total de fungos	63,16
Contagem <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	96,18

\* O número de coliformes totais identificados nas amostras de RSS antes e após o tratamento foram superiores ao limite de detecção do método, podendo ter ocorrido algum percentual de redução, mas não sendo possível detectá-lo

A partir da Tabela 8 é possível notar que, para o grupo de coliformes totais, o número de microrganismos excedeu o limite de detecção do equipamento, tanto nas amostras de RSS antes quanto depois do tratamento, fator que impossibilitou a avaliação da redução da carga microbiana, caso tenha ocorrido.

Os demais microrganismos também não atingiram níveis elevados de redução microbiana. Outro fator que pode ter contribuído para os resultados insatisfatórios de redução dos microrganismos é a grande concentração de embalagens plásticas no meio da massa de resíduos que, embora rompidas, podem ter agido como uma barreira para penetração do vapor.

Neste sentido, o empreendimento optou por conduzir as amostragens dos RSS sem a etapa de trituração. Nas coletas seguintes o empreendimento iniciou as operações a 132°C, por notar uma melhoria nas condições operacionais da autoclave.

Ressalta-se que a pesquisadora foi ao empreendimento C em todos os dias em que ocorreriam amostragens de RSS, porém em parte das ocasiões o empreendimento já havia realizado o quarteamento dos RSS, quando da chegada da pesquisadora, não sendo possível o acompanhamento de todas as etapas para comprovação e registro.

O empreendimento adotou medidas criteriosas para evitar contaminação cruzada, a fim de reduzir as chances de se obter resultados semelhantes à primeira amostragem. Na Tabela 9 são apresentados os resultados de eficiência para o tempo de exposição de 15 minutos.

**Tabela 9** – Redução da carga microbiana do Empreendimento C – 15 minutos de exposição a 132°C

<b>Empreendimento C</b>		
<b>Microrganismos</b>	<b>Redução da carga microbiana (%)</b>	
	08/08/2018	30/08/2018
Coliformes totais	-*	99,80
<i>E. coli</i>	100,00	99,85
Coliformes termotolerantes	99,29	99,93
Estreptococos fecais	95,74	98,13
Contagem total de fungos	99,72	99,39
Contagem <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	94,37	83,33

\* O número de coliformes totais identificados nas amostras de RSS antes e após o tratamento foram superiores ao limite de detecção do método, podendo ter ocorrido algum percentual de redução, mas não sendo possível detectá-lo

É possível observar que após a adoção das medidas para se evitar contaminações, houve uma redução considerável da carga microbiana, em ambos os dias analisados. Contudo, foi notada uma fração de inativação total somente para *E. coli*, na amostra coletada no dia 08/08/2018.

Na Tabela 10 são apresentados os resultados de eficiência para o tempo de exposição de 4 minutos.

**Tabela 10** – Redução da carga microbiana do Empreendimento C – 4 minutos de exposição a 132°C

<b>Empreendimento C</b>			
<b>Microrganismos</b>	<b>Redução da carga microbiana (%)</b>		
	08/08/2018	16/08/2018	30/08/2018
Coliformes totais	100,00	- *	100,00
<i>E. coli</i>	100,00	97,88	100,00
Coliformes termotolerantes	100,00	- *	99,96
Estreptococos fecais	99,79	78,13	66,25
Contagem total de fungos	99,67	16,67	96,33
Contagem <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	99,66	27,27	81,42

\* O número de microrganismos excedeu ao limite de detecção nas amostras de RSS antes e após tratamento, inviabilizando a avaliação de redução da carga microbiana

A partir da análise da Tabela 10 é possível notar que há bastante divergência das frações de redução microbiana entre os dias de amostragem, demonstrando a heterogeneidade dos RSS, fato que impossibilita uma comparação direta entre as análises.

A mesma situação foi observada nos resultados de eficiência do tratamento do Empreendimento I, conforme apresentado na Tabela 11, em que são demonstrados os resultados da redução da carga microbiana após tratamento a 145°C.

**Tabela 11** – Redução da carga microbiana do Empreendimento I – 15 minutos de exposição a 145°C

<b>Empreendimento I</b>			
<b>Microrganismos</b>	<b>Redução da carga microbiana (%)</b>		
	02/07/2018	09/07/2018	16/07/2018
Coliformes totais	- *	- *	100,00
<i>E. coli</i>	100,00	- *	- *
Coliformes termotolerantes	100,00	99,99	86,15
Estreptococos fecais	90,00	99,94	99,43
Contagem total de fungos	70,18	95,56	87,50
Contagem <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	89,67	99,67	69,67

\* O número de microrganismos excedeu ao limite de detecção nas amostras de RSS antes e após tratamento, inviabilizando a avaliação de redução da carga microbiana

Nota-se que em nenhuma das amostragens os resultados foram satisfatórios para todos os microrganismos analisados. Além disso, também foram identificados percentuais de redução da carga microbiana bastante divergentes entre os dias de amostragem. Na Tabela 12 são apresentados os resultados no Empreendimento I com 4 minutos de exposição.

**Tabela 12** – Redução da carga microbiana do Empreendimento I – 4 minutos de exposição a 145°C

<b>Empreendimento I</b>			
<b>Microrganismos</b>	<b>Redução da carga microbiana (%)</b>		
	02/07/2018	09/07/2018	16/07/2018
Coliformes totais	99,83	100,00	100,00
<i>E. coli</i>	100,00	100,00	-
Coliformes termotolerantes	100,00	100,00	86,15
Estreptococos fecais	99,22	99,39	99,91
Contagem total de fungos	80,70	97,78	87,50
Contagem <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	95,33	99,67	-

\* O número de microrganismos excedeu ao limite de detecção nas amostras de RSS antes e após tratamento, inviabilizando a avaliação de redução da carga microbiana

Assim como os anteriores, os resultados apresentados na Tabela 12 também demonstram divergência entre os dias de amostragem, assim como diferentes percentuais de redução da carga microbiana entre os microrganismos analisados em um mesmo dia de coleta.

Considerando que esporos de *Geobacillus stearothermophilus* são considerados os microrganismos mais resistentes a temperaturas elevadas e que os resultados com os IBs nos dias das amostragens apresentaram resultados satisfatórios, esperava-se encontrar percentuais mais elevados de redução da carga microbiana dos demais microrganismos analisados, considerando que esses possuem resistência inferior se comparado aos *G. stearothermophilus*, conforme destacado por Albert *et al.* (1998) e Dlugokenski *et al.* (2011).

Contudo, não se pode afirmar que os resultados dos IBs são contestáveis, devido à pequena quantidade de análises microbiológicas realizadas nos RSS. Esses resultados das análises microbiológicas também demonstram a necessidade de se elaborar uma metodologia específica para amostragem de RSS, considerando que a heterogeneidade desses resíduos pode afetar de forma expressiva os resultados, fato que não pôde ser desenvolvido no referido

trabalho por questões de recursos financeiros, gerando resultados inconclusivos ao compará-los com os resultados dos IBs comerciais.

### **5.5 Adequações de segurança e melhorias nos empreendimentos**

A partir de algumas visitas técnicas realizadas nos empreendimentos que firmaram parceria foram observadas algumas questões que podem ser modificadas, a fim de proporcionar melhores condições de trabalho.

Considerando que alguns empreendimentos não possuem a autoclave em um nível abaixo da área utilizada para manejo dos RSS, uma das modificações seria a realocação do equipamento em um nível abaixo dessa área, que facilitaria o carregamento da autoclave, por meio de uma rampa, e evitaria esforços extras dos operadores, conforme estabelecido pela NR 17, item 17.2.6.

O transporte e a descarga de materiais, feitos por impulsão ou tração de vagonetes sobre trilhos, carros de mão ou qualquer outro aparelho mecânico deverão ser executados de forma que o esforço físico realizado pelo trabalhador seja compatível com sua capacidade de força e não comprometa a sua saúde ou sua segurança (BRASIL, 1990).

Na Figura 25 são demonstradas ambas as situações, nota-se que na figura à esquerda, os operadores necessitam fazer um esforço para inserir o contêiner no equipamento, fato não ocorrido na figura à direita, considerando que a autoclave encontra-se em um nível adequado.

**Figura 25 – Localização da autoclave**



Além disso, notou-se que alguns empreendimentos não possuem sistema de drenagem para captação do efluente que extravasa pela porta da autoclave, no momento de sua abertura. Embora seja pouco, esse efluente, quando não direcionado para o sistema de drenagem, percorre pela área de manejo dos RSS, podendo, inclusive, entrar em contato com os RSS a serem tratados.

Também foi observado que alguns operadores não utilizam EPIs adequados, principalmente máscaras para vapores orgânicos, que possuem filtros para retenção de partículas (Figura 26A), já que a máscara NF95, equivalente à máscara PFF2 (Figura 26B), não é adequada para retenção de gases e vapores, conforme relatado por Rafiee *et al.* (2018).

**Figura 26 – Máscaras de proteção**



Fonte: 3M (2018).

Outra questão observada nos empreendimentos refere-se aos trituradores. Considerando os relatos de alguns autores (HADAR, 1997; FARSHAD *et al.*, 2014; RAFIEE *et al.*, 2018) sobre possibilidade de lançamento de aerossóis quando os RSS são triturados, uma opção de melhoria seria o enclausuramento do equipamento.

**Figura 27 – Triturador de RSS**



Nota-se, pela Figura 27, que os RSS são vertidos no triturador, mas o mesmo possui a parte superior aberta, o que facilita a emissão de aerossóis para toda a área, questão que seria minimizada caso o equipamento tivesse um sistema de fechamento após a inserção dos RSS.

Como a maioria dos empreendimentos informou no questionário que grande parte das atividades ocorre de forma manual, a automatização da planta de tratamento traria benefícios visíveis, principalmente para os operadores, evitando o contato direto dos mesmos com os RSS, assim como o contato com vapor e temperatura elevada. Um ponto positivo observado em um dos empreendimentos foi a forma de inserção dos RSS no contêiner, o qual pode servir de exemplo para os demais empreendimentos.

O empreendimento utiliza uma plataforma elevada para verter as bombonas contendo os resíduos, sendo as embalagens retiradas e inseridas nos contêineres por meio de um gancho, conforme apresentado na Figura 28.

**Figura 28 – Inserção dos RSS nos contêineres**



A dispersão de vapor por toda a área, após término do processo de tratamento, também foi uma questão recorrente observada durante as visitas técnicas. Considerando que esse vapor também pode conter microrganismos e substâncias tóxicas, que podem comprometer a saúde dos operadores, a instalação de exaustores acima das portas das autoclaves facilitaria a captação imediata desse vapor, fazendo com que o mesmo não ficasse retido na área de trabalho, conforme Figura 29.

**Figura 29 – Exaustores para autoclave**



Fonte: Bondtech (2018).

Considerando que há grupos específicos de RSS que podem ser tratados em autoclave e considerando que a questão de segregação inadequada ainda é um problema recorrente, outra questão de melhoria seria a utilização de mecanismos para identificação da presença de materiais inadequados ao tratamento, como metais e materiais radioativos. Além disso, uma atitude que deve ser tomada pelos empreendimentos é a padronização do volume de RSS inseridos nos contêineres, considerando que atualmente não há um padrão estabelecido, tampouco uma pesagem dos contêineres, fator que pode interferir diretamente no tratamento.

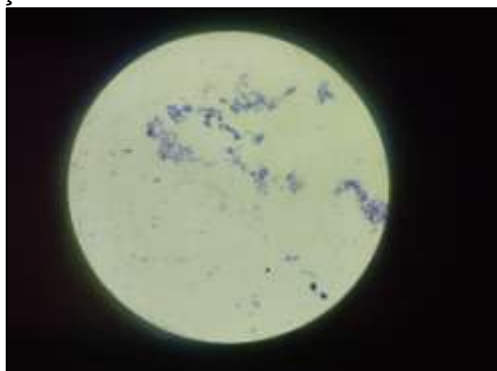
### **5.6 Avaliação da eficiência do tratamento na Fundação Ezequiel Dias**

Os laboratórios pertencentes à FUNED são orientados a acondicionar os resíduos em embalagens autoclaváveis e inseri-los dentro de uma cuba de metal. As cubas são recebidas na unidade responsável pelo tratamento dos RSS e são dispostas no equipamento. A autoclave opera a 127°C por aproximadamente 1h30min.

Os testes iniciais com os indicadores biológicos inseridos dentro do tubo de vidro, mas fora da embalagem autoclavável não demonstraram crescimento dos esporos de *Geobacillus stearothermophilus*, em nenhum dos testes realizados durante três semanas. Já os indicadores não processados, utilizados como controle, apresentaram turvação do meio, demonstrando a presença de esporos.

Quanto a amostragem e análise microbiológica do resíduo não tratado, realizadas para verificar a viabilidade dos microrganismos presentes no RSS antes do tratamento, foram identificadas, em duas amostras, a presença e o crescimento de microrganismos, apresentando colônias incontáveis (Figura 30).

**Figura 30** – Presença de colônias incontáveis oriunda da amostra de resíduos



Os testes posteriormente realizados, em duplicata em cada configuração, com objetivo de avaliar as diferentes configurações de inserção dos IBs, demonstraram os seguintes resultados (Quadro 15):

**Quadro 15** – Resultados dos indicadores avaliados na instituição

Localização dos IBs	IB Controle	Resultados	
		Frente	Fundo
IB inserido dentro do tubo de vidro e fora da embalagem autoclavável (duplicata)	HC*	NHC**	NHC**
IB inserido fora do tubo de vidro e dentro da embalagem autoclavável (duplicata)	HC*	NHC**	NHC**
IB inserido dentro do tubo de vidro e dentro da embalagem autoclavável (duplicata)	HC*	HC*	NHC**

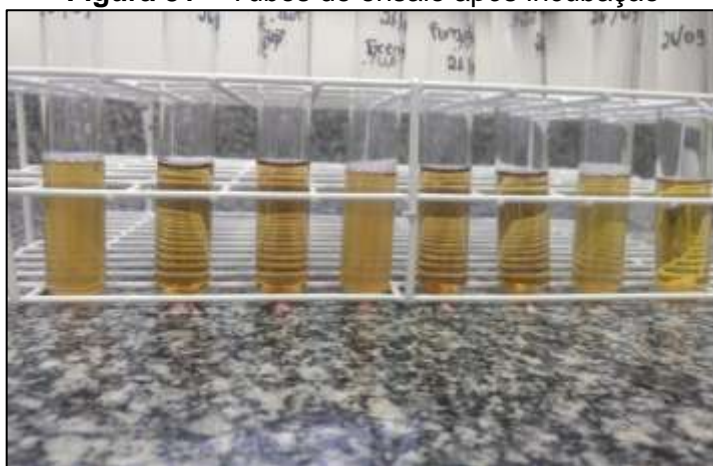
\*HC: Houve crescimento de *Geobacillus stearothermophilus*.

\*\*NHC: Não houve crescimento *Geobacillus stearothermophilus*

A partir de análise do Quadro 15 é possível notar que os IBs utilizados como controle apresentaram crescimento, demonstrando a presença de esporos de *G. stearothermophilus* no lote analisado.

Na figura 31 são apresentados os tubos de ensaio em que os resultados foram avaliados, após serem incubados. Os tubos que apresentassem turvação indicavam o crescimento de esporos.

**Figura 31** – Tubos de ensaio após incubação



Quanto aos IBs inseridos fora da embalagem autoclavável e aqueles inseridos fora do tubo de vidro, mas dentro da embalagem autoclavável, não apresentaram crescimento, na duplicata dos testes realizados tanto na frente quanto no fundo do equipamento. Questão que atesta que, para esse estudo, a embalagem autoclavável possibilitou a penetração de vapor e não

influenciou diretamente nos resultados de inativação microbiana, fato não identificado no estudo realizado por Garibaldi *et al.* (2017).

Contudo, os IBs inseridos na parte da frente do equipamento, dispostos dentro da embalagem autoclavável e dentro do tubo de vidro apresentaram crescimento, nos dois testes realizados. Fato que pode demonstrar problemas de distribuição do vapor no equipamento, considerando que os IBs inseridos nas mesmas condições, mas no fundo do equipamento, não apresentaram crescimento.

Como os RSS, mesmo previamente tratados na FUNED, são encaminhados para tratamento por incineração em empresa privada, as cubas contendo os RSS que foram dispostos na parte frontal do equipamento não foram novamente tratadas.

A partir do tubo de ensaio que apresentou crescimento, foram realizados dois repiques, sendo um tubo incubado a 35°C e outro a 65°C. Após quatro dias, foi identificado o crescimento de microrganismos somente no tubo de vidro incubado a 65°C, indicando a presença de microrganismos termófilos, altamente resistentes a elevadas temperaturas.

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A técnica de autoclavação de RSS, embora seja bastante utilizada para tratamento dos RSS do grupo biológico e perfurocortantes, apresenta algumas deficiências em relação à falta de legislações específicas, para que sejam estabelecidos critérios e diretrizes, principalmente operacionais, de modo a padronizar a atividade.

A partir da execução da pesquisa constatou-se a falta de padronização da atividade entre os empreendimentos existentes no Estado de Minas Gerais, principalmente quanto à frequência de monitoramento do processo, que não é estabelecida pelo órgão ambiental em instrumento normativo, e apenas em casos pontuais é objeto de condicionantes no âmbito do licenciamento ambiental, ficando a cargo do próprio empreendimento estipular a frequência desse monitoramento, o que na maioria das vezes é realizada em longos prazos, podendo interferir na qualidade do tratamento.

Embora somente um empreendimento tenha apresentado diferença estatisticamente significativa entre os tempos de exposição dos RSS de 15 minutos e 4 minutos, no cenário 2 (temperatura de 132°C), os resultados não apresentam um indicativo para que os empreendimentos possam, portanto, reduzir o tempo de exposição e/ou a temperatura de operação, considerando que a temperatura de 125°C também apresentou o maior número de resultados insatisfatórios no empreendimento B.

Os resultados também alertaram para a limitação de penetração de vapor no fundo dos contêineres, fato que deve ser observado e monitorado pelos empreendimentos, a fim de que avaliem, principalmente, o excesso de carga nos contêineres.

Além disso, outro ponto que deve ser avaliado pelos empreendimentos é a utilização de temperaturas de operação acima daquelas sugeridas pelos fabricantes dos indicadores, considerando que no empreendimento B a temperatura de 150°C pode ter sido um fator preponderante para o ressecamento dos indicadores, o que inviabilizou a leitura dos mesmos.

Considerando que alguns autores relatam sobre a falta de estudos conclusivos sobre a confiabilidade dos indicadores químicos, os resultados dos IQs obtidos nesse estudo indicam uma limitação, especialmente daqueles IQs que não são classe V, por não apresentarem respostas semelhantes aos IBs. Desta forma, é evidente que os IQs não devem atuar como uma substituição aos IBs, mas devem ser utilizados como um monitoramento de apoio, a fim de evitar resultados falso-negativos ou falso-positivos. Além disso, sugere-se que os

empreendimentos avaliem a possibilidade de utilização de IQs classe V, de modo a terem respostas mais próximas às aquelas apresentadas pelos IBs.

Ressalta-se a necessidade de se realizar outros estudos antes de qualquer modificação no processo de tratamento, principalmente avaliando a inserção de indicadores em diferentes pontos e em mais quantidades de contêineres por ciclo, além da avaliação e parecer do órgão ambiental, considerando o licenciamento do empreendimento.

Considerando que entre os empreendimentos alguns resultados foram divergentes, tanto nos testes com indicadores biológicos e químicos quanto nas análises microbiológicas, é possível concluir que a realização de monitoramento do processo de tratamento por períodos muito distantes (mensal, trimestral, semestral) não é aconselhável, por não atestar que as condições adequadas de tratamento estão sendo mantidas.

Frente aos resultados obtidos e conclusões decorrentes da pesquisa, a seguir são apresentadas algumas recomendações para trabalhos futuros que, de fato, contribuiriam para melhor compreensão e complementação do tema abordado.

- Realizar um estudo, também em escala real, alternando os locais de inserção dos IBs nos contêineres, assim como alternando a posição do contêiner na autoclave, a fim de avaliar pontos com má distribuição de vapor que poderiam interferir na eficiência do tratamento.
- Desenvolver uma metodologia para amostragem específica de RSS, considerando a realidade da atividade de autoclavação, em que os resíduos, com composições muito variáveis, são recebidos nas embalagens plásticas e inseridos em contêineres para o tratamento.
- Realizar análises microbiológicas dos RSS, antes e após tratamento, em diferentes temperaturas e tempos de exposição, inoculando esporos de *G. stearothermophilus* diretamente nos RSS (por meio da composição de uma carga conhecida) e recuperando-os da massa de resíduos após tratamento, com quantidade de amostras suficientes para se avaliar as condições ideais de tratamento.
- Avaliar os custos necessários para aplicação de melhorias nas plantas de autoclavação.
- Avaliar outros tipos de materiais para revestir os contêineres de tratamento dos RSS, principalmente materiais que poderão ser reutilizados, considerando que os

empreendimentos relataram que o papel Kraft causa entupimento nas tubulações, além de ter um elevado custo.

- Elaborar um protocolo de referência para o setor, a fim de apresentar diretrizes específicas para serem seguidas pelos empreendimentos que prestam serviços de autoclavagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADUAN, S. A.; BRAGA, F. S.; ZANDONADE, E.; SALLES, D.; CUSSIOL, N. A. M.; LANGE, L. C. Avaliação dos resíduos de serviços de saúde do grupo A em hospitais de Vitória (ES), Brasil. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 19, n. 2, p. 133-141, 2014.

AGALLOCO, J.; AKERS, J.; MADSEN, R. Moist heat sterilization: myths and realities. *PDA Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, n. 53, p. 346-350, 1998.

AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE – ARMBH. *Plano metropolitano de gestão integrada dos resíduos de serviços de saúde (RSS)*. 123 p. ARMBH, 2016.

AGÊNCIA DE RESÍDUOS DA CATALUNHA – ARC. *Control de La Gestión Intracentro de lós Residuos Sanitarios em Catalunya*. Secretaria de Salut Pública, 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. *Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde*. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33852/271892/Manual+Gerenciamento+dos+Res%C3%ADduos+de+Servi%C3%A7os+de+Sa%C3%BAde/5696ca79-6aaf-4d75-949b-fb35e0f36225>>. Acesso em: 8 maio. 2017.

ALBERT, H.; DAVIES, D. J.; WOODSON, L. P.; SOPER, C. J. Biological indicators for steam sterilization: characterization of a rapid biological indicator utilizing *Bacillus stearothermophilus* spore-associated alpha-glucosidase enzyme. *Journal of Applied Microbiology*, v. 85, p. 865-874, 1998.

AMERICAN NATIONAL STANDARD – ANSI/AAMI. ST 46 (2002). *Steam sterilization and sterility assurance in health care facilities*. Arlington, VA: Association for the Advancement of Medical Instrumentation, 2002.

\_\_\_\_\_. ANSI/AAMI/ISO 11.140. Association for the advancement of medical instrumentation. *Sterilization of health care products - chemical indicators*. Part I: general requirements. Arlington, VA: Association for the Advancement of Medical Instrumentation, 2006.

AMERICA PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION. *Standard methods for examination of water and wastewater*. 22 ed. Washington, 2012.

ARMSTRONG, B. A.; REINHARDT, P. A. Managing laboratory biomedical waste using a large on-site autoclave-shredder. *Journal of Chemical Health and Safety*, v. 17, n. 6, p. 33-39, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *NBR 10.007. Amostragem de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. *NBR ISO 17665-1. Esterilização de produtos para saúde – vapor: requisitos para o desenvolvimento, validação e controle de rotina nos processos de esterilização de produtos para saúde*. Rio de Janeiro, 2010.

\_\_\_\_\_. *NBR 11138-3. Esterilização de produtos para saúde – indicadores biológicos*. Parte 3: indicadores biológicos para os processos de esterilização por calor úmido. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2016*. São Paulo, 2017. 64 p.

\_\_\_\_\_. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017*. São Paulo, 2018. 74 p

BEARSS, J. J.; HONNOLD, S. P.; PICADO E. S.; DAVIS, N. M.; LACKEMEYER, J. R. Validation and verification of steam sterilization procedures for the decontamination of biological waste in a Biocontainment Laboratory. *Applied Biosafety Journal – ABSA International*, v. 22, n. 1, p. 33-37, 2017.

BEGHDADLI, B.; GHOMARI, O.; TALEB, M.; BELHAJ, Z.; BELABED, A.; KANDOUCCI, AK., FANELLO, S. Personnel at risk for occupational blood exposure in a university hospital in West Algeria. *Sante Publique*, v. 21, p. 253-261, 2009.

BIOMECK. *Produtos: indicadores biológicos*. Disponível em: < <http://www.biomeckbrasil.com.br/sao-paulo/catalogo-produtos>>. Acesso em: 15 dez. 2018.

BONDTECH. *Medical waste autoclaves*. United States, 2018. Disponível em: < <https://bondtech.com/medical-waste-autoclaves>>. Acesso em: 17 set. 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 306, de 07 de dezembro de 2004*. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Publicada no D.O.U. – Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 10 de dezembro de 2004.

\_\_\_\_\_. *Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 15, de 15 de março de 2012*. Dispõe sobre requisitos de boas práticas para o processamento de produtos para saúde e dá outras providências. Publicada no D.O.U. – Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 15 de março de 2012.

\_\_\_\_\_. *Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 222, de 28 de março de 2018*. Regulamenta as boas práticas de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde e dá outras providências. Publicada no D.O.U. – Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 29 de março de 2018.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005*. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Publicada no D.O.U. – Diário Oficial da União nº 84, de 4 de maio de 2005a.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. *Norma Regulamentadora 17. Ergonomia*. Brasília, 1990.

\_\_\_\_\_. *Norma Regulamentadora 32. Segurança e saúde no trabalho em serviços de saúde*. Brasília, 2005b.

BURGESS, S.; FLINT, S.; LINDSAY, D.; COX, M.; BIGGS, P. Insights into the *Geobacillus stearothermophilus* species based on phylogenomic principles. *BMC Microbiology*, v. 17, n. 140, p. 1-12, 2017.

CALLEGARI-JACQUES, S. *Bioestatística: princípios e aplicações*. Porto Alegre: Artmed, 2003, 255 p.

CANIATO, M.; TUDOR, T.; VACCARI, M. International governance structures for health-care waste management: a systematic review of scientific literature. *Journal of Environmental Management*, v. 153, p. 93-107, 2015.

CAPOOR, M.R.; BHOWMIK, K.T. Current perspectives on biomedical waste management: rules, conventions and treatment technologies. *Indian Journal of Medical Microbiology*, India, v.35, p. 157-167, 2017.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION – CDC. *Guideline for disinfection and sterilization in healthcare facilities*. United States of America, 2017..

CHEN, Y; DING, Q; YANG, X; PENG, Z; XU, D; FENG, Q. Application countermeasures of non-incineration technologies for medical waste treatment in China. *Waste Management & Research*, v. 31, n. 12, p. 1237-1244, 2013.

- CHEN, Y.C; TSAI, P.Y. Evaluating the operational risks of biomedical waste using failure mode and effects analysis. *Waste Management & Reserarch*, v. 35, n. 6, p. 593-601, 2017.
- CIPLAK, N.; KASKUN, S. Healthcare waste management practice in the West Black Sea Region, Turkey: a comparative analysis with the developed and developing countries. *Journal of the Air & Waste Management Association*, v. 65, 2015.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. *Norma Técnica E15.010, de outubro de 2011*. Sistemas de tratamento térmico sem combustão de resíduos de serviços de saúde contaminados biologicamente: procedimentos. Publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo, de 25 de janeiro de 2012, Seção I, páginas 59 a 61. São Paulo, 2011.
- \_\_\_\_\_. Norma Técnica P2.112, de novembro de 2016. Estabelece os procedimentos para a realização do teste de inativação microbiana em sistemas de tratamento térmico sem combustão para a desinfecção de resíduos de serviços de saúde contaminados biologicamente, utilizando como bioindicadores esporos de *Bacillus atrophaeus* e *Geobacillus stearothermophilus*. São Paulo: 2016.
- CONRADY, J.; HILLANBRAND, M.; MYERS, S.; NUUSBAUM, G. F. Reducing Medical Waste. *AORN Journal*, v. 91, n. 6, 711-721, 2010.
- COSTA E SILVA, C. A. M.; CAMPOS, J. C.; FERREIRA, J. A.; MIGUEL, M. A. L.; QUINTAES, B. R. Caracterização microbiológica de lixiviados gerados por resíduos sólidos domiciliares e de serviços de saúde da cidade do Rio de Janeiro. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 16, n. 2, p. 127-132, 2011.
- CRISTÓFOLI. *Indicadores biológicos*. Disponível em: < [https://www.cristofoli.com/hospital/?gclid=CjwKCAiA7vTiBRAqEiwA4NTO6wyMW68WPk-IE5JLIB7kNEem4tS181ktDnQG8SOUCnbnhF4kW0SKSBoCCYsQAvD\\_BwE](https://www.cristofoli.com/hospital/?gclid=CjwKCAiA7vTiBRAqEiwA4NTO6wyMW68WPk-IE5JLIB7kNEem4tS181ktDnQG8SOUCnbnhF4kW0SKSBoCCYsQAvD_BwE)>. Acesso em: 15 dez. 2018.
- CUSSIOL, N. A. M. *Disposição final de resíduos potencialmente infectantes de serviços de saúde em célula especial e por co-disposição com resíduos sólidos urbanos*. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.
- DALLES, R. *Avaliação da periculosidade dos resíduos de serviços de saúde dos grupos A e E provenientes de uma planta de tratamento por autoclavagem devido à presença de substâncias não voláteis no lixiviado*. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2012.
- DENGCHAO, J.; ZHENBO, B.; XINPING, Y. Effects of vacuum on sterilizing rate in medical waste steam treatment process. *Procedia Environmental Sciences*. p. 1407-1411, 2011.
- DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS – DIEESE. Anuário da Saúde do Trabalhador. São Paulo: DIEESE, 2016. 256 p.
- DIREÇÃO GERAL DA SAÚDE – DGS. *Norma I da Direção Geral da Saúde nº 002/2016*, de 01 março de 2016. Dispõe sobre os indicadores de eficácia dos processos de tratamento alternativos à incineração – Resíduos hospitalares do Grupo III. Portugal, 2016.
- DUARTE, F. *Papel Kraft, por que não?*. Cristófli, 2011. Disponível em: <<https://www.cristofoli.com/biosseguranca/papel-kraft-por-que-nao/>>. Acesso em: 23 mar. 2018.
- DLUGOKENSKI, R. E.; SELLA, S. R.; GUIZELINI, B. P.; VANDENBERGHE, L. P. S.; WOICIECHOWSKI, A. L.; SOCCOL, C. R.; MINOZZO, J. C. Use of soybean vinasses as a germinant medium for a *Geobacillus stearothermophilus* ATCC 7953 sterilization biological indicator. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v. 90, p. 713-719, 2011

EFAQ, A. N.; RAHMAN, N.N.; NAGAO, H.; AL-GHEETHI, A.; SHAHADAT, MD.; KADIR, M. O. Supercritical carbon dioxide as non-thermal alternative technology for safe handling of clinical wastes. *Environmental Processes*, p. 797-822, 2015.

ENVIRONMENTAL HEALTH AND SAFETY – EHS. *Minimum requirements for the management of medical or biological waste*. Department of Public Health, Massachusetts, 2017.

EMMANUEL, J.; KIAMA, J.; HEEKIN, K. *Testing a waste treatment autoclave at a hospital in Tanzania: a technical brief*. Reston, Virginia, UNDP GEP Health Care Waste Project and AGENDA. 2008.

FHAIZER. *Manual de operação e manutenção: autoclaves para esterilização de resíduos de serviços de saúde*. Santa Catarina, 2015.

FARSHAD, A.; GHOLAMI, H.; FARZADKIA, M.; MIRKAZEMI, R.; KERMANI, M. The safety of non-incineration waste disposal devices in four hospitals of Tehran. *Internacional Journal of Occupational and Environmental Health*, v.20, n.3, p. 258-263, 2014.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION – FDA. *Guidance for industry and FDA Staff - Biological Indicator (BI)*. Intended to Monitor Sterilizers used in Health Care Facilities: remarket Notification, 2007.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. *Panorama da destinação dos resíduos de serviços de saúde no estado de minas gerais com base nas declarações da gestão dos resíduos de serviços de saúde (ano base 2014)*. 97 p. Belo Horizonte: FEAM, 2018.

GALVÃO, M. *Avaliação da eficácia da descontaminação de resíduos biológicos do subgrupo A1 por tratamento térmico em autoclave: um estudo de caso*. 2012. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2012.

GARIBALDI, B.; REIMERS, M.; ERNST, N.; BOVA, G.; NOWAKOWSKI, E.; BOKOWSKI, J.; ELLIS, B.; SMITH, C.; SAUER, L.; DIONNE, K.; CARROLL, K.; MARAGAKIS, L.; PARRISH, N. Validation of autoclave protocols for successful decontamination of category a medical waste generated from care of patients with serious communicable diseases. *Journal of clinical microbiology*, v. 55, p. 545-551, 2017.

GHASEMI, M. K.; YUSUFF, R. B. M. Advantages and disadvantages of healthcare waste treatment and disposal alternatives: Malaysian scenario. *Polish Journal of Environmental Studies*, v. 25, n. 1, p. 17-25, 2016.

GODFREY, L.; BALDWIN, D.; PREEZ, M.; COUBROUGH, P. *Validation and monitoring of non-burn health care risk waste treatment facilities in Gauteng*. CSIR Division of Water, Environment and Forestry Technology, 2002.

GUIZELINI, B. P. *Desenvolvimento de um novo processo de produção de esporos de Geobacillus stearothermophilus e sua utilização como indicador biológico para esterilização a vapor*. 2010. 166 f. Dissertação (Mestrado em Processos Biotecnológicos), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

GUIZELINI, B.; VANDENBERGHE, L.; SELLA, S.; SOCCOL, C. Study of the influence of sporulation conditions on heat resistance of *Geobacillus stearothermophilus* used in the development of biological indicators for steam sterilization. *Arch Microbiol*, v. 194, p. 991-999, 2012.

GUYER, H.H. *Industrial Processes and Waste Stream Management*. Chichester: John Wiley & Sons. New York, 1998.

- HADAR, J.; TIROSH, T.; GRAFSTEIN, O.; KORABELNIKOV, E. Autoclave Emissions – Hazardous or not. *Journal of the American Biological Safety Association*, p. 44-51, 1997.
- HASAN, M. M.; RAHMAN, M. H. Assessment of healthcare waste management paradigms and its suitable treatment alternative: a case study. *Journal of Environmental and Public Health*, p. 1-14, 2018.
- HONG, J.; ZHAN, S.; YU, Z.; HONG, J.; QI, C. Life-cycle environmental and economic assessment of medical waste treatment. *Journal of cleaner production*, n. 174, p. 65-73, 2018.
- HOYASHI, C. M. T.; RODRIGUES, D. C. G.; OLIVEIRA, M. F. A. *Manual de práticas para enfermagem*. Central de Material e Esterilização. Volta Redonda: FAO, 2011.
- HOSSAIN, S.; BALAKRISHNAN, V.; RAHMAN, N.; SARKER, Z.; KADIR, M. Treatment of clinical solid waste using a steam autoclave as a possible alternative technology to incineration. *Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 9, p. 855-867, 2012.
- HOSSAIN, S.; RAHMAN, N. N.; BALAKRISHNAN, V.; RAJION, Z. A.; KADIR, O. A. Mathematical modeling of *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, and *Bacillus sphaericus* inactivation in infectious clinical solid waste by using steam autoclaving and supercritical fluid carbon dioxide sterilization. *Chemical Engineering Journal*, v. 267, p. 221-234, 2015.
- HUESCA-ESPETIA, L. C.; SURVIRA, M.; ROSENBECK, K.; KORZA, G.; SETLOW, B.; LI, W.; WANG, S.; LI, Y.; SETLOW, P. Effects of steam autoclave treatment on *Geobacillus stearothermophilus* spores. *Journal of Applied Microbiology*, v. 121, p. 1300-1311, 2016.
- INSTITUTO NACIONAL DE PREVIDÊNCIA SOCIAL – INSS. *Comunicação de acidente de trabalho*. INSS. Brasil. 2018. Disponível em: <<https://www.inss.gov.br/servicos-do-inss/comunicacao-de-acidente-de-trabalho-cat>>. Acesso em: 03 maio. 2018.
- INTERNATIONAL STANDARD – ISO. ISO nº 11138-1. *Sterilization of health care products - biological indicators*. Part 1: General requirements, 2nd edition, 2006.
- LEE, S.; VACCARI, M.; TUDOR, T. Considerations for choosing appropriate healthcare waste management treatment technologies: a case study from an East Midlands NHS Trust, in England. *Journal of Cleaner Production*, v. 135, p. 139-147, 2016.
- LEMIEUX, P.; SIEBER, R.; OSBORNE, A.; WOODARD, A. Destruction of spores on building decontamination residue in a commercial autoclave. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 72, p. 7687-7693, 2006.
- LOMELÍ, S. H.; REBOLLO, S. A.; HERNÁNDEZ, J. G.; LUNA, M. G. F. Rapid-lecture biological indicators' monitoring of CEYE (SAPC) autoclaves of the School of Dentistry of the Technological University of Mexico (UNITEC). *Revista Odontológica Mexicana*, v. 20, p. 91-95, 2016.
- MAAMARI, O.; MOUAFFAK, L.; KAMEL, R.; BRANDAM, C.; LTEIF, R.; SALAMEH, D. Comparison of steam sterilization conditions efficiency in the treatment of infectious health care waste. *Waste Management*, v. 49, p. 462-468, 2016.
- MACEDO, J. *Resíduos de serviços de saúde em hemocentro: gerenciamento e avaliação do desempenho de tratamento de bolsas de sangue por autoclave*. 2013. 205 f. Tese (Doutorado em Enfermagem) – Escola de Enfermagem, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.
- MAIA, A.; SAITO, C.; OLIVEIRA, J.; BUSSACOS, M.; MAENO, M.; LORENZI, R.; SANTOS, S. *Acidentes de trabalho no Brasil em 2013: comparação entre dados selecionados da Pesquisa Nacional de Saúde do IBGE (PNS) e do Anuário Estatístico da Previdência Social (AEPS) do Ministério da Previdência Social*. Fundacentro: Serviço de Estatística e Epidemiologia. São Paulo, 2015.

- MAHLER, C. F.; MOURA, L. L. Resíduos de serviços de saúde (RSS): uma abordagem qualitativa. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, n. 23, p. 46-60, 2017.
- MARCONI, M.; LAKATOS, E. *Metodologia científica*. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- MARTINHO, M. A. V. *Eficácia dos integradores químicos x indicadores biológicos no monitoramento dos ciclos de esterilização a vapor: revisão sistemática da literatura*. 2007. 83 f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) – Escola de Enfermagem, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2007.
- MATTIOLI, C.; SILVA, C. Avaliação de parâmetros na implantação de processos para tratamento de resíduos sólidos de serviços de saúde. 2002. In: *VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Espírito Santo: Associação Brasileira de Engenharia Ambiental, 2002. Disponível em: < <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/sibesa6/cxxxiii.pdf>>. Acesso em: 24 maio 2017.
- MCKEEN, L. W. *The effect of sterilization methods on plastics and elastomers*. 4 ed. Elsevier, 2018. 40 p.
- MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM. *Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 9 de setembro de 2004*. Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ambiental de funcionamento ou de licenciamento ambiental no nível estadual, determina normas para indenização dos custos de análise de pedidos de autorização ambiental e de licenciamento ambiental, e dá outras providências. Imprensa Oficial de Minas Gerais - Diário do Executivo. Publicada em 02 de outubro de 2004 e retificada em 05 de fevereiro de 2005. Disponível em: <<http://sisemanet.meioambiente.mg.gov.br/mbpo/recursos/DeliberaNormativa74.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2017.
- \_\_\_\_\_. Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM. *Deliberação Normativa COPAM nº 217, de 6 de dezembro de 2017*. Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Imprensa Oficial de Minas Gerais - Diário do Executivo. Disponível em: < <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=45558>>. Acesso em: 30 mar. 2018.
- MINH, A.; DURAND, P.; LOISON, J.; PERRIER-CORNET, P. Effects of sporulation conditions on the resistance of *Bacillus subtilis* spores to heat and high pressure. *Appl Microbiol Biotechnol.*, n. 90, p. 1409-1417, 2011.
- MINISTÉRIO DA FAZENDA. *Anuário Estatístico de Acidentes de Trabalho*. Brasília, 2017, v.1, 966 p.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Autoclavação como forma eficaz de inativação de micro-organismos em bolsas de sangue soropositivo*. Brasília: Ministério da Saúde, 2010.
- MOL, M. P. G. *Risco de infecção pelos vírus hepatite B e C nos trabalhadores da coleta de resíduos de serviços de saúde em Belo Horizonte – MG*. 2016. 218 f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.
- MOL, M. P. G.; CAIRNCROSS, S.; GREGO, D. B.; HELLER, L. Is waste collection associated with hepatitis B infection? A meta-analysis. *Rev. Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, p. 756-763, 2017.

- MONTEIRO, J. H.; FIGUEIREDO, C. E. M.; MAGALHÃES, A. F.; MELO, M. A. F.; BRITO, J. C. X.; ALMEIDA, T. P. F.; MANSUR, G. L. *Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro: IBAM, 2011.
- NASCIMENTO, T. C.; JANUZZI, W. A.; LEONEL, M.; SILVA, V. L.; DINIZ, C. G. Ocorrência de bactérias clinicamente relevantes nos resíduos de serviços de saúde em um aterro sanitário brasileiro e perfil de susceptibilidade a antimicrobianos. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 42, n. 4, p. 1-5, 2009.
- OHIO EPA. *Infectious Waste Treatment Facility Guidance Document – Autoclaving*. Division of Solid and Infectious Waste Management. OHIO, 2013.
- OLIVERIA, E. A.; NOGUEIRA, N. G.; INNOCENTINI, M. D.; PISANI JR, R. Microwave inactivation of *Bacillus atrophaeus* spores in healthcare waste. *Waste management*, v. 30, p. 2327-2335, 2010.
- OLIVEIRA, A. *Proposta metodológica e avaliação da inativação de endósporos de Geobacillus stearothermophilus no tratamento de Resíduos de Serviços de Saúde por autoclavagem*. 2017. 159 f. Tese (Doutorado em Ciências: Engenharia Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.
- PHILLIPS, G. Microbiological aspects of clinical waste. *Journal of Hospital Infection*, v. 41, p. 1-6, 1999.
- PICHTEL, J. *Waste management practices: municipal, hazardous and industrial*. 1 ed. Taylor & Francis Group, 2005.
- PIENPATANAKIJ, N.; ARMIN, N.; NIYOMDECHA, N. Comparing the results of microbiological sterilization by autoclaving in different waste packaging formats. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, v. 10, p. 1033-1036, 2016.
- PISANI JR, R.; TONUCCI, L. R. S.; INNOCENTINI, M. D. M. Inativação de *Pseudomonas aeruginosa* em resíduos de serviços de saúde por microondas. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 13, n. 3, p. 284-290, 2008.
- PROGRAM FOR APPROPRIATE TECHNOLOGY IN HEALTH – PATH. *Small-Scale autoclaves to manage medical waste: a buyer's guide to selecting autoclaves manufactured in India*. Seattle: PATH, 2008. Disponível em: < [https://path.azureedge.net/media/documents/TS\\_sm-scale\\_autoclaves\\_guide\\_bklt.pdf](https://path.azureedge.net/media/documents/TS_sm-scale_autoclaves_guide_bklt.pdf)>. Acesso em: 01 ago. 2018.
- RAFIEE, A.; YAGHMAEIAN, K.; HOSEINI, M.; PARMY, S.; MAHVI, A.; YUNESIAN, M.; KHAEFI, M.; NABIZADEH, R. Assessment and selection of the best treatment alternative for infectious waste by modified sustainability assessment of Technologies methodology. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, p.1-14, 2016.
- RAFIEE, A.; DELGADO-SABORIT, J.M.; GORDI, E.; QUÉMERAS, B.; MOGHADAM, V. K.; LU, W.; HASHEMI, F.; HOSEINI, M. Use of urinary biomarkers to characterize occupational exposure to BTEX in healthcare waste autoclave operators. *Science of the Total Environment*, p. 857-865, 2018.
- REIS, G; BONO, B. Prestação do serviço de validação em autoclaves a vapor. *Seminário de Engenharia Química e Engenharia Biomédica*. Instituto Nacional de Telecomunicações. 2017. 8 p.
- RODRIGUES, S. A. G. N. *Desenvolvimento de um processo de descontaminação de resíduos hospitalares do grupo IV*. 2008. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2008.

- SANDLE, T. Biological indicators: measuring sterilization. *Pharmaceutical Microbiology*, p. 161-169, 2016.
- SCHNEIDER, V.; STEDILE, N. *Resíduos de serviços de saúde: um olhar interdisciplinar sobre o fenômeno*. 3 ed. Caxias do Sul: Educs, 2015. 584 p.
- SISPACK. *Indicadores biológicos*. Disponível em: < <https://sispack.com.br/indicadores-biologicos/>>. Acesso em: 15 dez. 2018.
- SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL – SIAM. *Análise de licenciamento*. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/siam/login.jsp>>. Acesso em: 18 maio. 2018.
- SOUZA, A. *Análise da capacidade atual de tratamento e disposição final de resíduos de serviço de saúde gerados no Estado do Rio de Janeiro, com recorte da Região Hidrográfica do Guandu*. 2011. 124 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Ambiental) – Corpo Docente do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- STATE AND TERRITORIAL ASSOCIATION ON ALTERNATIVE TREATMENT TECHNOLOGIES – STAATT. *Technical Assistance Manual: State Regulatory Oversight of Medical Waste Treatment Technologies*. Palo Alto, 1994. 91 p.
- \_\_\_\_\_. *Technical Assistance Manual: State Regulatory Oversight of Medical Waste Treatment Technologies*. Palo Alto, 1998. 103 p.
- TAGHIPOUR, H.; ALIZADEH, M. DEGHANZADEH, R.; FARSHCHIAN, M.R.; GANBARI, M.; SHAKERKHATIBI, M. Performance of on-site medical waste disinfection equipment in hospitals of Tabriz, Iran. *Health Promotion Perspectives*, v. 6, n. 4, p. 202-206, 2016.
- TAVARES, A. M. B. *A gestão de resíduos hospitalares e o papel da autoridade de saúde*. 2004. 421 f. Tese (Doutorado em Saúde Ambiental) – Escola Nacional de Saúde Pública, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2004.
- TENG, H.; BAO, Z.; JIN, D; LI, Y. The key problem and solution of medical waste high-temperature steam treatment. *Asia-Pacific Energy Equipment Engineering Research Conference*, Atlantis Press, p. 349-353, 2015.
- TONUCI, L. R. S.; PASCHOALATTO, C. F. P.; PISANI JR, R. Microwave inactivation of Escherichia coli in healthcare wastes. *Waste management*, v. 28, p. 840-848, 2008.
- UNITED STATES PHARMACOPEIA. *Biological indicators: resistance and performance tests*. The United States Pharmacopeia. Pharmacopeial Convention, Rockville, p. 1811-1813, 2006.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP. *Compendium of technologies for treatment/destruction of healthcare waste*. United Nations Environment Programme Division of Technology, Industry and Economics International Environmental Technology Centre, p. 105-201, Osaka, Japan, 2012.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA. *Federal plan requirements for hospital/medical/infectious waste incinerators*. Washington, DC: Federal Register, p. 49868-49885, 1996 *apud* TAVARES, A. M. B. *A gestão de resíduos hospitalares e o papel da autoridade de saúde*. Tese (Doutorado em Saúde Ambiental) – Escola Nacional de Saúde Pública, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2004.
- VOUDRIAS, E. Technology selection for infectious medical waste treatment using analytic hierarchy process. *Journal of the air & waste management association*, vol. 66, n. 7, p. 663-672, 2016.

WEBER, A.M., BOUDREAU, Y., MORTIMER, V.D. *HETA 98-0027-2709*. NIOSH, CDC, Cincinnati, OH, 1998.

WINDFELD, E.; BROOKS, M. Medical waste management – A review. *Journal of Environmental Management*, v. 163, p. 98-108, 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. *Decontamination and reprocessing of medical devices for health-care facilities*. World Health Organization and Pan American Health Organization, 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. *Safe management of wastes from health-care activities*. 2 ed. Genebra, 2014. Disponível em: < [http://www.searo.who.int/mwg-internal/de5fs23hu73ds/progress?id=qRgAc4IuJizEd\\_jCf01qtBmxCGdLvzCO0W1632BF-qc](http://www.searo.who.int/mwg-internal/de5fs23hu73ds/progress?id=qRgAc4IuJizEd_jCf01qtBmxCGdLvzCO0W1632BF-qc)>. Acesso em: 25 abr. 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. *Health-care waste*. Genebra, 2018. Disponível em: < <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

ZANON, U. As teorias da origem das doenças e a suposta periculosidade do lixo hospitalar. In: *EIGENHEER, E. Lixo hospitalar: ficção legal ou realidade sanitária*. Rio de Janeiro: SEMADS, 2002.

ZHAO, W.; VOET, E.; HUPPES, G.; ZHANG, Y. Comparative life cycle assessments of incineration and non-incineration treatments for medical waste. *Int. J. Life Cycle Assess*, v. 14, p. 114-121, 2009.

3M. *Produtos 3M*. Brasil, 2018. Disponível em: < [https://www.3m.com.br/3M/pt\\_BR/3m-do-brasil/todos-os-produtos-3m-do-brasil](https://www.3m.com.br/3M/pt_BR/3m-do-brasil/todos-os-produtos-3m-do-brasil)>. Acesso em: 5 nov. 2018.

## APÊNDICE A

<b>Informações Gerais</b> <b>* Questões de preenchimento obrigatório</b>	
Nome do empreendimento:*	_____
Endereço:*	_____
Telefone:*	_____
Nome do responsável pelo preenchimento do questionário:*	_____
Cargo do responsável pelo preenchimento do questionário:*	_____
Contato do responsável pelo preenchimento do questionário: Gentileza informar E-mail e Telefone.*	_____
<b>Informações sobre coleta, transporte e armazenamento dos RSS</b>	
O empreendimento realiza a coleta e transporte dos RSS?*	
<input type="checkbox"/> Sim, coleta, transporte e tratamento	
<input type="checkbox"/> Sim, mas parte também é coletada e transportada por outra empresa privada/pessoa jurídica	
<input type="checkbox"/> Não, a coleta e o transporte até o empreendimento é realizada exclusivamente por empresa terceirizada	
Há controle de recebimento dos RSS?* Considerando a identificação dos geradores, identificação do transportador, pesagem dos RSS, entre outros.	
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Em parte	
Em caso positivo, favor descrever abaixo como é realizado o controle de recebimento:	
_____	
Quanto à área de armazenamento dos RSS:* Favor selecionar quantas opções for necessárias. Caso haja alguma informação específica, favor descrever na opção "Outros".	
<input type="checkbox"/> A área possui dimensões compatíveis com os RSS armazenados	
<input type="checkbox"/> A área possui sinalização de segurança, a fim de evitar o acesso de pessoas não autorizadas	
<input type="checkbox"/> O piso é impermeável e lavável	
<input type="checkbox"/> O revestimento cerâmico é de cor clara	
<input type="checkbox"/> A área possui sistema de drenagem	
<input type="checkbox"/> A área é bem ventilada e possui sistema de segurança adequados	
<input type="checkbox"/> Os RSS são direcionados para um dispositivo de verificação, a fim de identificar a presença de RSS inadequados ao processo de tratamento (grupos de RSS que não podem ser autoclavados ou outros materiais)	
<input type="checkbox"/> Os RSS são acondicionados em bombonas/contêineres, separados por grupos (A; E)	
<input type="checkbox"/> Os RSS são armazenados em baias impermeabilizadas, separados por grupos (A; E)	
<input type="checkbox"/> Os contêineres/bombonas e/ou as baias são rotulados e identificados, de forma a permitir o reconhecimento imediato dos RSS acondicionados	
<input type="checkbox"/> A área possui procedimentos que atenuem ou eliminem a emissão de substâncias odoríferas	
<input type="checkbox"/> A área possui disposição interna de forma a direcionar os RSS para tratamento conforme sua ordem de recebimento	
<input type="checkbox"/> Outros: _____	
No empreendimento há área específica para higienização dos recipientes de acondicionamento dos RSS?*	
<input type="checkbox"/> Sim, a área possui cobertura, iluminação, impermeabilização e sistema de drenagem	

<input type="checkbox"/> Sim, mas a área não está com todas as condições adequadas
<input type="checkbox"/> Não
O empreendimento possui câmara fria?*
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a temperatura da câmara fria? _____
Em caso positivo, quais grupos/sub-grupos de RSS são armazenados na câmara fria e qual o tempo máximo de armazenamento? _____
<b>Informações sobre o tratamento dos RSS</b>
Qual a quantidade de autoclaves que o empreendimento possui?*
<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> Mais de 2
Qual é o fabricante do equipamento de autoclavagem?*
Qual modelo da(s) autoclave(s)? Favor informar se a autoclave é gravitacional ou pré-vácuo*. _____
Favor encaminhar o manual da(s) autoclave(s) por e-mail, se possível. Gentileza encaminhar para o e-mail: cintia.soaresmatos@gmail.com. _____
Quais tipos de ciclos o equipamento contém? * _____
Favor descrever quais ciclos o equipamento permite ser programado, exemplo: ciclo básico; bolsas de sangue; etc. _____
Quais as dimensões da autoclave?*
Qual é a capacidade instalada do empreendimento? * _____
Referente à capacidade licenciada para tratamento. _____
Qual é a capacidade nominal do equipamento?*
Qual é o regime de operação do equipamento?*
O equipamento possui sistema para intertravamento? Favor citar os casos em que o sistema interrompe o processo.* Exemplo: temperatura e pressão não alcançados de forma adequada; abertura da porta; falta de energia; bloqueio para alteração de ciclo após início do processo; entre outros. _____
O equipamento emite sinal sonoro e/ou visual caso ocorra alguma falha?*
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Qual é a forma de geração do vapor?*

<input type="checkbox"/> Caldeira a gás	<input type="checkbox"/> Caldeira elétrica	<input type="checkbox"/> Outros:
_____		
Qual é a fonte de abastecimento de água do empreendimento, tanto para geração de vapor quanto para utilização nas demais etapas do processo?*		
<input type="checkbox"/> Captação subterrânea (poço artesiano)	<input type="checkbox"/> Captação em corpo d'água superficial	
<input type="checkbox"/> Fornecido pela concessionária de água local	<input type="checkbox"/> Outros:	
_____		
A água utilizada na caldeira passa por algum tipo de pré-tratamento?*		
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
Em caso positivo, favor informar qual tipo de pré-tratamento:		
_____		
Quantos carrinhos a autoclave comporta por ciclo e qual a capacidade dos mesmos?*		
_____		
Qual o material e a forma dos carrinhos da autoclave?*. Favor descrever qual tipo de material dos carrinhos (ex: aço inox) e se possuem furos nas extremidades (laterais e fundo) ou se são totalmente fechados, se possuem fechamento superior ou se são abertos, entre outros aspectos.		
_____		
Os carrinhos onde os RSS são acondicionados para tratamento são revestidos?*. Procedimento em que os operadores inserem algum material na base dos carrinhos (ex: plástico, papel Kraft; entre outros).		
_____		
Em caso positivo, qual material é usado para revestimento dos carrinhos?		
_____		
Os RSS são acondicionados em embalagens específicas para tratamento em autoclave?*		
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Outros: _____
Em caso positivo, qual o fabricante da embalagem? _____		
Qual o material e o tamanho da embalagem utilizada para autoclavação?		
_____		
A embalagem apresenta alguma especificidade? Por exemplo: furos para facilitar o acesso de vapor, dispositivos de fechamento da embalagem, entre outros. _____		
Qual é a forma de alimentação dos RSS na autoclave?*		
<input type="checkbox"/> Manual	<input type="checkbox"/> Mecânica	
<input type="checkbox"/> Parte manual e parte mecânica	<input type="checkbox"/> Outros: _____	
Favor descrever como é realizada essa alimentação:*. Se a alimentação for mecanizada, gentileza descrever os mecanismos utilizados. Se a alimentação for manual, favor descrever como os operadores realizam o procedimento. _____		
_____		

Qual a temperatura média de operação da autoclave?* _____
Qual a pressão média de operação da autoclave?* _____
Qual o tempo médio do processo de tratamento (ciclo completo)?* Favor informar o tempo completo, desde a inserção do resíduo até o resfriamento e retirada. _____
Quais etapas são englobadas no ciclo? Favor citar o tempo médio de cada etapa*. _____
Qual o número médio de ciclos por dia?* _____
Há instrumentos registradores dos parâmetros ao longo do ciclo operacional?*
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Quais parâmetros são monitorados?* _____
Como é realizado esse registro?* Favor informar se há emissão de tickets após o ciclo, se o controle se dá apenas por meio eletrônico ou se o registro é manual, a partir da visualização no visor do equipamento, entre outros aspectos. _____
São utilizados indicadores químicos para monitoramento do processo de tratamento?*
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Quais tipos de indicadores químicos são utilizados?* _____
Qual o fabricante dos indicadores químicos utilizados para monitoramento?*
_____
Qual a frequência de utilização dos indicadores químicos?*
<input type="checkbox"/> A cada ciclo <input type="checkbox"/> Uma vez por dia
<input type="checkbox"/> Duas vezes ou mais por dia <input type="checkbox"/> Semanalmente
<input type="checkbox"/> Quinzenalmente <input type="checkbox"/> Trimestralmente
<input type="checkbox"/> Não se aplica <input type="checkbox"/> Outros: _____
Qual a forma de distribuição dos indicadores químicos na carga dos resíduos?*
_____
São utilizados indicadores biológicos para monitoramento do processo de tratamento?*
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Qual o fabricante dos indicadores biológicos utilizados para monitoramento?*
_____
Qual o tipo de indicador biológico é utilizado para monitoramento?* Favor Especificar marca e modelo. Exemplo: 3M - Attest 1292 para vapor. _____
O fabricante estabelece uma temperatura ótima para utilização dos indicadores biológicos?*

<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
Em caso positivo, favor informar qual a temperatura ideal indicada pelo fabricante.		
_____		
Qual a frequência de utilização dos indicadores biológicos?*		
<input type="checkbox"/> A cada ciclo	<input type="checkbox"/> Um a cada turno	
<input type="checkbox"/> Duas vezes ou mais por dia	<input type="checkbox"/> Semanalmente	
<input type="checkbox"/> Quinzenalmente	<input type="checkbox"/> Trimestralmente	
<input type="checkbox"/> Não se aplica	<input type="checkbox"/> Outros: _____	
Qual a forma de distribuição dos indicadores biológicos na carga?*		
_____		
Como os indicadores, tanto biológicos quanto químicos, são recolhidos da carga após tratamento?*		
_____		
Para leitura do resultado dos indicadores biológicos, o empreendimento possui incubadora/estufa?*		
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Outros: _____
Qual o tempo de leitura dos indicadores biológicos?*		
<input type="checkbox"/> 1 a 3 horas	<input type="checkbox"/> 3 a 12 horas	
<input type="checkbox"/> 12 a 24 horas	<input type="checkbox"/> 48 horas	
<input type="checkbox"/> Outros: _____		
O empreendimento realiza testes laboratoriais como contraprova aos resultados dos indicadores comerciais?*		
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Outros: _____
Em caso positivo, qual(is) laboratório(s) é(são) responsável(is) por essas análises?		
_____		
Em caso positivo, qual a frequência em que essas análises são realizadas?		
_____		
Os RSS são direcionados para trituração?*		
<input type="checkbox"/> Sim, anteriormente ao processo de tratamento	<input type="checkbox"/> Sim, após o processo de tratamento	
<input type="checkbox"/> Sim, o equipamento de autoclavagem possui um sistema de trituração interno		
<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Outros: _____	
Em caso positivo, qual é a capacidade de trituração? _____		
Em caso positivo, o triturador possui algum sistema de fechamento para evitar a emissão de spray no momento da trituração?		
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
<input type="checkbox"/> Em partes	<input type="checkbox"/> Outros: _____	

Há dispositivos que facilitam a elevação e descarga dos carrinhos no triturador?*
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Qual é a forma de destinação dos efluentes provenientes da autoclave?*
<input type="checkbox"/> Tratados na própria unidade <input type="checkbox"/> Lançados na rede coletora de esgoto
<input type="checkbox"/> Lançados em corpos d'água <input type="checkbox"/> Tratados em empresa terceirizada
<input type="checkbox"/> Outros: _____
Caso os efluentes sejam tratados, favor descrever a forma de tratamento: _____
Há algum processo de recirculação do efluente tratado? Favor descrever o procedimento e o uso do efluente recirculado na autoclave, em caso positivo. _____
São realizadas análises laboratoriais dos efluentes provenientes da autoclave?*
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a periodicidade desta análise? _____
Os RSS após tratamento são armazenados para posterior envio ao local de disposição final?*
<input type="checkbox"/> Sim, há uma área específica no empreendimento para armazenamento temporário dos RSS tratados
<input type="checkbox"/> Não, assim que os RSS são tratados os mesmos são direcionados ao local de disposição final
<input type="checkbox"/> Outros: _____
Quem são os responsáveis pelo transporte dos RSS tratados até o local de disposição final?*
_____
Qual o local de disposição final dos RSS tratados e qual a empresa responsável?*
_____
O local de disposição final possui licenciamento ambiental? Favor informar o processo de licenciamento, órgão ambiental responsável e validade da licença/AAF.*
_____
<b>Informações sobre controle e segurança do processo; manutenção e validação do equipamento</b>
O empreendimento possui plano de emergência e contingência?*
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
A unidade possui alarme de emergência?*
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
O empreendimento realiza e treinamento de pessoal periodicamente em relação a esses planos, bem como em relação à segurança no trabalho?*
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Em caso afirmativo, com qual periodicidade é realizado cada treinamento?

_____
O empreendimento possui plano de inspeção e manutenção?*
( ) Sim ( ) Não
Em caso afirmativo, o plano engloba: Favor assinalar quantas opções for necessárias. Caso haja alguma outra opção, favor informar no campo "Outro"
( ) Veículos ( ) Caldeira
( ) Inspeção e manutenção da autoclave ( ) Iluminação e alarmes
( ) Outros equipamentos. Especificar _____
Quais tipos de Equipamentos de Proteção Individual são fornecidos pela empresa?*
_____
Quais tipos de Equipamentos de Proteção Coletiva são fornecidos pela empresa?*
_____
A empresa dispõe de um Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional que contemple, principalmente, um plano de vacinação dos trabalhadores?*
( ) Sim ( ) Não
Favor citar as principais vacinas que são recomendadas aos trabalhadores.*
_____
Quais as medidas que são tomadas em casos de acidentes de trabalho, principalmente com perfurocortantes?*
_____
O empreendimento possui algum plano de eficiência do equipamento?* Considerando questões relacionadas à quantidade de RSS recebida; questões operacionais e de monitoramento do processo (temperatura, pressão e tempo de duração do ciclo; indicadores que serão utilizados e pontos de inserção dos mesmos) e disposição final dos RSS tratados.
( ) Sim ( ) Não
Há registros de operação do sistema para cada ciclo operacional?*
( ) Sim ( ) Não
Em caso positivo, favor descrever o que contém neste registro: Ex: quantidade de RSS processados no ciclo; temperatura, pressão e tempo do ciclo; registros de incidentes ocorridos durante o ciclo; resultados dos indicadores de monitoramento, entre outros. _____
Os registradores (manômetros e termopares) são calibrados? Qual a frequência desta calibração?*
_____
Em caso positivo, qual período mínimo que esses registros ficam armazenados no empreendimento?
_____
Qual a frequência de manutenção dos componentes essenciais da autoclave?* Entende-se por esses componentes essenciais: filtros de descarga da câmara; válvulas pneumáticas; bomba de vácuo; gerador; compressor de ar; válvulas de segurança e válvulas de retenção, entre outros.

_____
Qual empresa é responsável por essa manutenção preventiva?*
_____
A autoclave possui filtro de ar bacteriológico para controle de emissões atmosféricas?*
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a frequência de troca/manutenção destes filtros?
_____
Há monitoramento das emissões atmosféricas oriundas da chaminé da caldeira?*
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
O empreendimento possui algum plano/protocolo de validação do processo?* Documento que descreve as atividades a serem realizadas na validação do processo, incluindo o cronograma, responsabilidades e os critérios de aceitação para a aprovação.
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a frequência dessa validação?
_____
Qual empresa responsável pela validação do equipamento?*
_____
Os resultados dessa validação são documentados em relatórios e arquivados?*
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Quais outras atividades são desenvolvidas no local?*
<input type="checkbox"/> Transbordo <input type="checkbox"/> Limpeza de frota de veículos
<input type="checkbox"/> Incineração <input type="checkbox"/> Não se aplica
<input type="checkbox"/> Outros: _____
O empreendimento possui plano de encerramento das atividades?*
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não

## APÊNDICE B

OF.GESPE.FEAM.SISEMA nº XXX/18

Belo Horizonte, 6 de setembro de 2018.

**Referente:** *Solicitação de informações sobre condições operacionais e procedimentos de qualificação de autoclaves utilizadas para tratamento de resíduos de serviços de saúde em Minas Gerais*

Prezado(a)s,

Considerando a importância do tratamento de resíduos de serviços de saúde, tanto para a saúde pública quanto para o meio ambiente, e considerando a ausência de instrumentos normativos que tratam sobre a atividade de autoclavação de resíduos de serviços de saúde (RSS) no Estado de Minas Gerais, encontra-se em andamento no Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) o projeto de pesquisa de mestrado intitulado “Avaliação dos requisitos técnicos para o desempenho operacional da autoclavação de resíduos de serviços de saúde”, em parceria com a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM).

O objetivo do referido projeto é avaliar as condições atualmente empregadas nos empreendimentos e propor um protocolo de referência para o setor, considerando os requisitos técnicos adequados, capaz de servir como uma base técnica para a realização da atividade, além de subsidiar a elaboração de instrumentos normativos para o setor de autoclavação de RSS em Minas Gerais.

Nesse contexto e considerando que foram identificadas autoclaves fabricadas por esta empresa em operação em empreendimentos de tratamento de resíduos de serviços de saúde em Minas Gerais, gostaríamos de solicitar informações sobre as condições operacionais indicadas por este fabricante como adequadas, bem como sobre o procedimento de qualificação de autoclaves.

Solicita-se assim:

- Manuais dos modelos de autoclave MWTR – Pré-vácuo (B-0106-4200) e MWTS-510.

- Informar se a empresa realiza qualificação de autoclave e, em caso afirmativo, a descrição do procedimento de qualificação realizada nas autoclaves para tratamento de RSS, bem como protocolos e checklists utilizados para subsidiar a qualificação desses equipamentos e em que situações a requalificação deve ser realizada.

- Informar qual a frequência recomendada de calibração de sensores de temperatura, umidade, pressão.

- Informar para quais componentes a empresa recomenda troca e com que frequência (exemplo: filtros absolutos), que a Cirurtec/ Baumer - MG informou em reunião realizada na UFMG em dezembro de 2017 que devem ser trocados a cada 1000 ciclos, em média. Informar qual o material dos filtros.
- Informar se a empresa realiza validação do processo de tratamento de RSS nas autoclaves em operação e, em caso afirmativo, a descrição do procedimento.
- Informar se foram estabelecidos perfis de temperatura e pressão e ensaios de penetração de vapor ao longo da câmara de tratamento, tanto com o equipamento vazio quanto com carga. Em caso afirmativo, informar se foram identificados pontos de maior restrição para penetração de vapor.
- Informar se a água utilizada para geração de vapor deve atender algum parâmetro de qualidade, por exemplo: temperatura, dureza, condutividade e pH.
- Informar os parâmetros mínimos e máximos recomendados para garantia de eficiência do processo.
- Informar se foram estabelecidas configurações ideais para a carga nos “carrinhos”, para acondicionamento dos resíduos, principalmente quanto ao uso de embalagens autoclaváveis.
- Informar quais materiais são recomendados para revestimento dos “carrinhos”, antes da inserção da carga.
- Informar se foram realizados testes para validação do processo, por meio de análises microbiológicas e/ou indicadores biológicos e químicos, a fim de verificar a eficiência do equipamento e sua correlação com o monitoramento paramétrico (tempo, temperatura e pressão). Em caso positivo, descrever o procedimento.
- Informar se foram estabelecidos locais adequados para inserção dos indicadores na carga, por meio de testes, considerando os locais de maior restrição de penetração de vapor.
- Indicação pela empresa das principais diferenças a serem observadas entre autoclaves projetadas para esterilização de instrumentação de atenção à saúde e para resíduos de serviços de saúde, inclusive do ponto de vista operacional.

Estamos à disposição para eventuais esclarecimentos.

Atenciosamente,

**Alice Libânia Santana Dias**  
Gerente de Resíduos Especiais/FEAM

# APÊNDICE C

## Plano de testes

**Objetivo:** Avaliar a influência do tempo e temperatura na eficiência do tratamento, por meio do uso de indicadores biológicos e químicos.

Inicialmente pretende-se avaliar as condições de eficiência do tratamento utilizando os parâmetros adotados atualmente pela empresa (tempo – 15 min. de exposição e temperatura de 145 / 150°C). Também foi proposto um teste inicial com a redução do tempo de exposição para 10 min.

Posteriormente, pretende-se alterar a temperatura e avaliar as condições de eficiência em tempos alternados de exposição, conforme descrito no ANEXO.

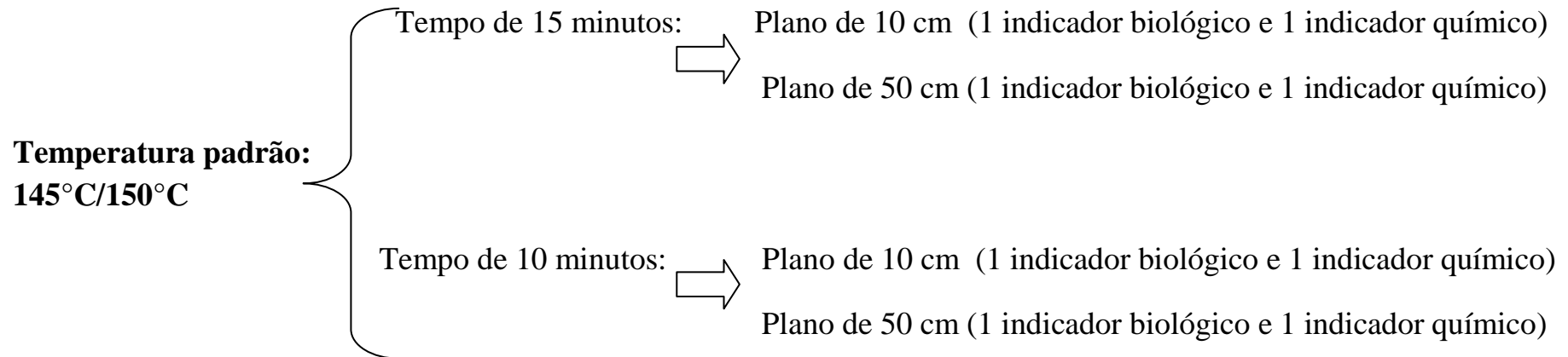
**Obs:** Todos os testes devem ser fotografados: ticket de registro do tratamento; pontos de inserção dos indicadores e resultados dos indicadores (tanto os utilizados quanto os controles).

Para tanto, os indicadores biológicos e químicos devem ser inseridos juntos no meio e no fundo da massa de resíduos (em um plano de 10 cm e 50 cm, conforme a base do carrinho). Caso o empreendimento não possua suportes para inserir os indicadores na massa de resíduos, sugere-se a fabricação, conforme figuras a seguir:



## ANEXO

### Primeiro teste – Durante 10 dias



\*plano de 10 cm e plano de 50 cm: conforme a base do carrinho

\* A cada dia, durante esses 10 dias, os suportes devem ser inseridos em carrinhos alternados. Ex: dia 1 – carrinho da frente; dia 2 – 2º carrinho, e assim sucessivamente. **Em todos os 3 testes.**

## Próximos 10 dias

### Segundo teste – Durante 10 dias

**Temperatura de 132°C**

Tempo de 15 minutos:



Plano de 10 cm (1 indicador biológico e 1 indicador químico)

Plano de 50 cm (1 indicador biológico e 1 indicador químico)

Tempo de 10 minutos:



Plano de 10 cm (1 indicador biológico e 1 indicador químico)

Plano de 50 cm (1 indicador biológico e 1 indicador químico)

## Últimos 10 dias

### Terceiro teste – Durante 10 dias

**Temperatura de 125°C**

Tempo de 15 minutos:



Plano de 10 cm (1 indicador biológico e 1 indicador químico)

Plano de 50 cm (1 indicador biológico e 1 indicador químico)

Tempo de 10 minutos:



Plano de 10 cm (1 indicador biológico e 1 indicador químico)

Plano de 50 cm (1 indicador biológico e 1 indicador químico)

## APÊNDICE D

<b>Informações Gerais</b> <b>* Questões de preenchimento obrigatório</b>	
Nome do empreendimento: <b>Empreendimento B</b>	
Endereço:* -	
Telefone:* -	
Nome do responsável pelo preenchimento do questionário:* -	
Cargo do responsável pelo preenchimento do questionário:* -	
Contato do responsável pelo preenchimento do questionário: Gentileza informar E-mail e Telefone.* -	
<b>Informações sobre coleta, transporte e armazenamento dos RSS</b>	
O empreendimento realiza a coleta e transporte dos RSS?*	
<input type="checkbox"/> Sim, coleta, transporte e tratamento	
<input type="checkbox"/> Sim, mas parte também é coletada e transportada por outra empresa privada/pessoa jurídica	
<input checked="" type="checkbox"/> Não, a coleta e o transporte até o empreendimento é realizada exclusivamente por empresa terceirizada	
Há controle de recebimento dos RSS?* Considerando a identificação dos geradores, identificação do transportador, pesagem dos RSS, entre outros.	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Em parte	
Em caso positivo, favor descrever abaixo como é realizado o controle de recebimento: <b><i>Toda carga recebida deve vir acompanhada de um MTR. Realizamos a pesagem no nosso estabelecimento e emitimos um recibo de pesagem que deve ser assinado pelo transportador</i></b>	
Quanto à área de armazenamento dos RSS:* Favor selecionar quantas opções for necessárias. Caso haja alguma informação específica, favor descrever na opção "Outros".	
<input checked="" type="checkbox"/> A área possui dimensões compatíveis com os RSS armazenados	
<input checked="" type="checkbox"/> A área possui sinalização de segurança, a fim de evitar o acesso de pessoas não autorizadas	
<input checked="" type="checkbox"/> O piso é impermeável e lavável	
<input checked="" type="checkbox"/> O revestimento cerâmico é de cor clara	
<input checked="" type="checkbox"/> A área possui sistema de drenagem	
<input checked="" type="checkbox"/> A área é bem ventilada e possui sistema de segurança adequados	
<input checked="" type="checkbox"/> Os RSS são direcionados para um dispositivo de verificação, a fim de identificar a presença de RSS inadequados ao processo de tratamento (grupos de RSS que não podem ser autoclavados ou outros materiais)	
<input checked="" type="checkbox"/> Os RSS são acondicionados em bombonas/contêineres, separados por grupos (A; E)	
<input checked="" type="checkbox"/> Os RSS são armazenados em baias impermeabilizadas, separados por grupos (A; E)	
<input checked="" type="checkbox"/> Os contêineres/bombonas e/ou as baias são rotulados e identificados, de forma a permitir o reconhecimento imediato dos RSS acondicionados	
<input checked="" type="checkbox"/> A área possui procedimentos que atenuem ou eliminem a emissão de substâncias odoríferas	
<input checked="" type="checkbox"/> A área possui disposição interna de forma a direcionar os RSS para tratamento conforme sua ordem de recebimento	
<input type="checkbox"/> Outros: _____	
No empreendimento há área específica para higienização dos recipientes de acondicionamento dos RSS?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim, a área possui cobertura, iluminação, impermeabilização e sistema de drenagem	

<input type="checkbox"/> Sim, mas a área não está com todas as condições adequadas
<input type="checkbox"/> Não
O empreendimento possui câmara fria?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a temperatura da câmara fria? <b>-5°C</b>
Em caso positivo, quais grupos/sub-grupos de RSS são armazenados na câmara fria e qual o tempo máximo de armazenamento? <b>A e E, tempo máximo de 48 horas</b>
<b>Informações sobre o tratamento dos RSS</b>
Qual a quantidade de autoclaves que o empreendimento possui?*
<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> Mais de 2
Qual é o fabricante do equipamento de autoclavação?* <b>Campel</b>
Qual modelo da(s) autoclave(s)? Favor informar se a autoclave é gravitacional ou pré-vácuo*. <b>Pré-vácuo</b>
Favor encaminhar o manual da(s) autoclave(s) por e-mail, se possível. Gentileza encaminhar para o e-mail: <a href="mailto:cintia.soaresmatos@gmail.com">cintia.soaresmatos@gmail.com</a>
Quais tipos de ciclos o equipamento contém? * <b>Ciclo básico de esterilização</b>
Favor descrever quais ciclos o equipamento permite ser programado, exemplo: ciclo básico; bolsas de sangue; etc. -
Quais as dimensões da autoclave?* <b>1,2 de diâmetro x 4 metros</b>
Qual é a capacidade instalada do empreendimento? * <b>400 toneladas mês</b>
Qual é a capacidade nominal do equipamento?* <b>400 kg por ciclo</b>
Qual é o regime de operação do equipamento?* <b>Por ciclo</b>
O equipamento possui sistema para intertravamento? Favor citar os casos em que o sistema interrompe o processo.* Exemplo: temperatura e pressão não alcançados de forma adequada; abertura da porta; falta de energia; bloqueio para alteração de ciclo após início do processo; entre outros. <b>Falta de ar, falta de energia, quando o botão de emergência é acionado e quando a pressão interna está muito alta</b>
O equipamento emite sinal sonoro e/ou visual caso ocorra alguma falha?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Qual é a forma de geração do vapor?*
<input checked="" type="checkbox"/> Caldeira a gás <input type="checkbox"/> Caldeira elétrica <input type="checkbox"/> Outros: _____

Qual é a fonte de abastecimento de água do empreendimento, tanto para geração de vapor quanto para utilização nas demais etapas do processo?*	
<input type="checkbox"/> Captação subterrânea (poço artesiano) superficial	<input type="checkbox"/> Captação em corpo d'água
<input checked="" type="checkbox"/> Fornecido pela concessionária de água local	<input type="checkbox"/> Outros: _____
A água utilizada na caldeira passa por algum tipo de pré-tratamento?*	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, favor informar qual tipo de pré-tratamento: _____	
Quantos carrinhos a autoclave comporta por ciclo e qual a capacidade dos mesmos?*	
<b>4 carrinhos por ciclo, 100 kg cada carrinho</b>	
Qual o material e a forma dos carrinhos da autoclave?*. Favor descrever qual tipo de material dos carrinhos (ex: aço inox) e se possuem furos nas extremidades (laterais e fundo) ou se são totalmente fechados, se possuem fechamento superior ou se são abertos, entre outros aspectos.	
<b>Aço inox totalmente fechados</b>	
Os carrinhos onde os RSS são acondicionados para tratamento são revestidos?*. Procedimento em que os operadores inserem algum material na base dos carrinhos (ex: plástico, papel Kraft; entre outros).	
<b>Sim</b>	
Em caso positivo, qual material é usado para revestimento dos carrinhos? <b>Papel kraft</b>	
Os RSS são acondicionados em embalagens específicas para tratamento em autoclave?*	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Outros: _____
Em caso positivo, qual o fabricante da embalagem? _____	
Qual o material e o tamanho da embalagem utilizada para autoclavação? _____	
A embalagem apresenta alguma especificidade? Por exemplo: furos para facilitar o acesso de vapor, dispositivos de fechamento da embalagem, entre outros. _____	
Qual é a forma de alimentação dos RSS na autoclave?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Manual	<input type="checkbox"/> Mecânica
<input type="checkbox"/> Parte manual e parte mecânica	<input type="checkbox"/> Outros: _____
Favor descrever como é realizada essa alimentação:*. Se a alimentação for mecanizada, gentileza descrever os mecanismos utilizados. Se a alimentação for manual, favor descrever como os operadores realizam o procedimento.	
<b>Os operadores colocam o RSS dentro dos carrinhos metálicos e em seguida colocam 4 carrinhos dentro da autoclave</b>	
Qual a temperatura média de operação da autoclave?* <b>132°C</b>	
Qual a pressão média de operação da autoclave?* <b>2 kgf/cm<sup>2</sup></b>	

Qual o tempo médio do processo de tratamento (ciclo completo)?* Favor informar o tempo completo, desde a inserção do resíduo até o resfriamento e retirada. <b>30 minutos</b>
Quais etapas são englobadas no ciclo? Favor citar o tempo médio de cada etapa*. <b>Esterilização 14 minutos, exaustão 5 minutos, secagem 4 minutos e equalização 1 minuto</b>
Qual o número médio de ciclos por dia?* <b>13</b>
Há instrumentos registradores dos parâmetros ao longo do ciclo operacional?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Quais parâmetros são monitorados?* <b>Temperatura, vácuo e tempo</b>
Como é realizado esse registro?*. Favor informar se há emissão de tickets após o ciclo, se o controle se dá apenas por meio eletrônico ou se o registro é manual, a partir da visualização no visor do equipamento, entre outros aspectos. <b>Tickets impressos automaticamente em papel</b>
São utilizados indicadores químicos para monitoramento do processo de tratamento?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Quais tipos de indicadores químicos são utilizados?* <b>Indicador químico interno comply 1250 - multiparamétrico para vapor</b>
Qual o fabricante dos indicadores químicos utilizados para monitoramento?* <b>3M</b>
Qual a frequência de utilização dos indicadores químicos?*
<input checked="" type="checkbox"/> A cada ciclo <input type="checkbox"/> Uma vez por dia
<input type="checkbox"/> Duas vezes ou mais por dia <input type="checkbox"/> Semanalmente
<input type="checkbox"/> Quinzenalmente <input type="checkbox"/> Trimestralmente
<input type="checkbox"/> Não se aplica <input type="checkbox"/> Outros: _____
Qual a forma de distribuição dos indicadores químicos na carga dos resíduos?* <b>Dentro de um dos 4 carrinhos metálicos</b>
São utilizados indicadores biológicos para monitoramento do processo de tratamento?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Qual o fabricante dos indicadores biológicos utilizados para monitoramento?* <b>3M</b>
Qual o tipo de indicador biológico é utilizado para monitoramento?*. Favor Especificar marca e modelo. Exemplo: 3M - Attest 1292 para vapor. <b>1262 B.I/Steam</b>
O fabricante estabelece uma temperatura ótima para utilização dos indicadores biológicos?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, favor informar qual a temperatura ideal indicada pelo fabricante. <b>132°C</b>

Qual a frequência de utilização dos indicadores biológicos?*	
<input type="checkbox"/> A cada ciclo	<input type="checkbox"/> Um a cada turno
<input type="checkbox"/> Duas vezes ou mais por dia	<input checked="" type="checkbox"/> Semanalmente
<input type="checkbox"/> Quinzenalmente	<input type="checkbox"/> Trimestralmente
<input type="checkbox"/> Não se aplica	<input type="checkbox"/> Outros: _____
Qual a forma de distribuição dos indicadores biológicos na carga?* <i>Um indicador em cada carrinho metálico, no meio do resíduo</i>	
Como os indicadores, tanto biológicos quanto químicos, são recolhidos da carga após tratamento?* <i>Manualmente</i>	
Para leitura do resultado dos indicadores biológicos, o empreendimento possui incubadora/estufa?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Outros: _____
Qual o tempo de leitura dos indicadores biológicos?*	
<input type="checkbox"/> 1 a 3 horas	<input type="checkbox"/> 3 a 12 horas
<input type="checkbox"/> 12 a 24 horas	<input checked="" type="checkbox"/> 48 horas
<input type="checkbox"/> Outros: _____	
O empreendimento realiza testes laboratoriais como contraprova aos resultados dos indicadores comerciais?*	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Outros: _____
Em caso positivo, qual(is) laboratório(s) é(são) responsável(is) por essas análises? _____	
Em caso positivo, qual a frequência em que essas análises são realizadas? _____	
Os RSS são direcionados para trituração?*	
<input type="checkbox"/> Sim, anteriormente ao processo de tratamento	<input checked="" type="checkbox"/> Sim, após o processo de tratamento
<input type="checkbox"/> Sim, o equipamento de autoclavação possui um sistema de trituração interno	
<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Outros: _____
Em caso positivo, qual é a capacidade de trituração? <i>400 toneladas mês</i>	
Em caso positivo, o triturador possui algum sistema de fechamento para evitar a emissão de spray no momento da trituração?	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
<input type="checkbox"/> Em partes	<input type="checkbox"/> Outros: _____
Há dispositivos que facilitam a elevação e descarga dos carrinhos no triturador?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Qual é a forma de destinação dos efluentes provenientes da autoclave?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Tratados na própria unidade	<input type="checkbox"/> Lançados na rede coletora de esgoto

<input type="checkbox"/> Lançados em corpos d'água	<input type="checkbox"/> Tratados em empresa terceirizada
<input type="checkbox"/> Outros: _____	
Caso os efluentes sejam tratados, favor descrever a forma de tratamento: <b>Sistema anaeróbico-aeróbico (reator anaeróbico e lodos ativados)</b>	
Há algum processo de recirculação do efluente tratado? Favor descrever o procedimento e o uso do efluente recirculado na autoclave, em caso positivo. <b>Sim, a água tratada é reutilizada no jardim e nos sanitários</b>	
São realizadas análises laboratoriais dos efluentes provenientes da autoclave?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a periodicidade desta análise? <b>Mensal</b>	
Os RSS após tratamento são armazenados para posterior envio ao local de disposição final?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim, há uma área específica no empreendimento para armazenamento temporário dos RSS tratados	
<input type="checkbox"/> Não, assim que os RSS são tratados os mesmos são direcionados ao local de disposição final	
<input type="checkbox"/> Outros: _____	
Quem são os responsáveis pelo transporte dos RSS tratados até o local de disposição final?*	
<b>Empresa terceirizada</b>	
Qual o local de disposição final dos RSS tratados e qual a empresa responsável?*	
<b>Essencis</b>	
O local de disposição final possui licenciamento ambiental? Favor informar o processo de licenciamento, órgão ambiental responsável e validade da licença/AAF.* <b>Licença ambiental para aterro para resíduos não perigosos - Classe II, de origem industrial - órgão emissor SUPRAM, validade 25/06/2020</b>	
<b>Informações sobre controle e segurança do processo; manutenção e validação do equipamento</b>	
O empreendimento possui plano de emergência e contingência?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
A unidade possui alarme de emergência?*	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
O empreendimento realiza e treinamento de pessoal periodicamente em relação a esses planos, bem como em relação à segurança no trabalho?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Em caso afirmativo, com qual periodicidade é realizado cada treinamento? <b>Emergência e contingência anualmente, segurança do trabalho continuamente ao longo do ano</b>	
O empreendimento possui plano de inspeção e manutenção?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Em caso afirmativo, o plano engloba: Favor assinalar quantas opções for necessárias. Caso haja	

alguma outra opção, favor informar no campo "Outro"
<input type="checkbox"/> Veículos <input checked="" type="checkbox"/> Caldeira
<input checked="" type="checkbox"/> Inspeção e manutenção da autoclave <input type="checkbox"/> Iluminação e alarmes
<input type="checkbox"/> Outros equipamentos. Especificar _____
Quais tipos de Equipamentos de Proteção Individual são fornecidos pela empresa?* <b><i>Luvas, máscara, óculos, protetor auricular, avental, touca</i></b>
Quais tipos de Equipamentos de Proteção Coletiva são fornecidos pela empresa?* <b><i>Placas e determinações de áreas perigosas</i></b>
A empresa dispõe de um Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional que contemple, principalmente, um plano de vacinação dos trabalhadores?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Favor citar as principais vacinas que são recomendadas aos trabalhadores.* <b><i>Tríplice viral, hepatite A, hepatite B e tétano</i></b>
Quais as medidas que são tomadas em casos de acidentes de trabalho, principalmente com perfurocortantes?* <b><i>Levar o funcionário até o hospital mais próximo para realização de testes e abertura de CAT</i></b>
O empreendimento possui algum plano de eficiência do equipamento?*. Considerando questões relacionadas à quantidade de RSS recebida; questões operacionais e de monitoramento do processo (temperatura, pressão e tempo de duração do ciclo; indicadores que serão utilizados e pontos de inserção dos mesmos) e disposição final dos RSS tratados.
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Há registros de operação do sistema para cada ciclo operacional?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, favor descrever o que contém neste registro: Ex: quantidade de RSS processados no ciclo; temperatura, pressão e tempo do ciclo; registros de incidentes ocorridos durante o ciclo; resultados dos indicadores de monitoramento, entre outros. <b><i>Além do ticket da autoclave com as informações técnicas preenchemos uma planilha diária com todos os ciclos realizados, o número dos ciclos, o horário do tratamento, os carrinhos utilizados e a identificação do RSS tratado</i></b>
Os registradores (manômetros e termopares) são calibrados? Qual a frequência desta calibração?*
<b><i>Anual</i></b>
Em caso positivo, qual período mínimo que esses registros ficam armazenados no empreendimento?*
<b><i>Até a próxima calibração</i></b>
Qual a frequência de manutenção dos componentes essenciais da autoclave?*. Entende-se por esses componentes essenciais: filtros de descarga da câmara; válvulas pneumáticas; bomba de vácuo; gerador; compressor de ar; válvulas de segurança e válvulas de retenção, entre outros. <b><i>Realizamos manutenção preventiva a cada 15 dias</i></b>
Qual empresa é responsável por essa manutenção preventiva?*
<b><i>Própria empresa</i></b>
A autoclave possui filtro de ar bacteriológico para controle de emissões atmosféricas?*

<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a frequência de troca/manutenção destes filtros?	
_____	
Há monitoramento das emissões atmosféricas oriundas da chaminé da caldeira?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
O empreendimento possui algum plano/protocolo de validação do processo? * Documento que descreve as atividades a serem realizadas na validação do processo, incluindo o cronograma, responsabilidades e os critérios de aceitação para a aprovação.	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a frequência dessa validação? <b>Anual</b>	
Qual empresa responsável pela validação do equipamento? * <b>M.M.I Service Ltda</b>	
Os resultados dessa validação são documentados em relatórios e arquivados?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Quais outras atividades são desenvolvidas no local?*	
<input type="checkbox"/> Transbordo	<input type="checkbox"/> Limpeza de frota de veículos
<input type="checkbox"/> Incineração	<input checked="" type="checkbox"/> Não se aplica
<input type="checkbox"/> Outros: _____	
O empreendimento possui plano de encerramento das atividades?*	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não

## APÊNDICE E

<b>Informações Gerais</b> <b>* Questões de preenchimento obrigatório</b>	
Nome do empreendimento: <b>Empreendimento C</b>	_____
Endereço:* -	_____
Telefone:* -	_____
Nome do responsável pelo preenchimento do questionário:* -	_____
Cargo do responsável pelo preenchimento do questionário:* -	_____
Contato do responsável pelo preenchimento do questionário: Gentileza informar E-mail e Telefone.* -	_____
<b>Informações sobre coleta, transporte e armazenamento dos RSS</b>	
O empreendimento realiza a coleta e transporte dos RSS?*	
( ) Sim, coleta, transporte e tratamento	
( <b>x</b> ) Sim, mas parte também é coletada e transportada por outra empresa privada/pessoa jurídica	
( ) Não, a coleta e o transporte até o empreendimento é realizada exclusivamente por empresa terceirizada	
Há controle de recebimento dos RSS? * Considerando a identificação dos geradores, identificação do transportador, pesagem dos RSS, entre outros.	
( <b>x</b> ) Sim                      ( ) Não                      ( ) Em parte	
Em caso positivo, favor descrever abaixo como é realizado o controle de recebimento: <b>Contrato de prestação de serviço, tickets de pesagem e MTR's.</b>	
Quanto à área de armazenamento dos RSS: * Favor selecionar quantas opções for necessárias. Caso haja alguma informação específica, favor descrever na opção "Outros".	
( <b>x</b> ) A área possui dimensões compatíveis com os RSS armazenados	
( <b>x</b> ) A área possui sinalização de segurança, a fim de evitar o acesso de pessoas não autorizadas	
( <b>x</b> ) O piso é impermeável e lavável	
( <b>x</b> ) O revestimento cerâmico é de cor clara	
( <b>x</b> ) A área possui sistema de drenagem	
( <b>x</b> ) A área é bem ventilada e possui sistema de segurança adequados	
( ) Os RSS são direcionados para um dispositivo de verificação, a fim de identificar a presença de RSS inadequados ao processo de tratamento (grupos de RSS que não podem ser autoclavados ou outros materiais)	
( ) Os RSS são acondicionados em bombonas/contêineres, separados por grupos (A; E)	
( ) Os RSS são armazenados em baias impermeabilizadas, separados por grupos (A; E)	
( ) Os contêineres/bombonas e/ou as baias são rotulados e identificados, de forma a permitir o reconhecimento imediato dos RSS acondicionados	
( <b>x</b> ) A área possui procedimentos que atenuem ou eliminem a emissão de substâncias odoríferas	
( <b>x</b> ) A área possui disposição interna de forma a direcionar os RSS para tratamento conforme sua ordem de recebimento	
( <b>x</b> ) Outros: <b>Os RSS são descarregados diretamente nos carros de tratamento.</b>	

O empreendimento há área específica para higienização dos recipientes de acondicionamento dos RSS?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim, a área possui cobertura, iluminação, impermeabilização e sistema de drenagem
<input type="checkbox"/> Sim, mas a área não está com todas as condições adequadas
<input type="checkbox"/> Não
O empreendimento possui câmara fria?*
<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a temperatura da câmara fria?
Em caso positivo, quais grupos/sub-grupos de RSS são armazenados na câmara fria e qual o tempo máximo de armazenamento?
<b>Informações sobre o tratamento dos RSS</b>
Qual a quantidade de autoclaves que o empreendimento possui?*
<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> Mais de 2
Qual é o fabricante do equipamento de autoclavação? * <b>Campel</b>
Qual modelo da(s) autoclave(s)? Favor informar se a autoclave é gravitacional ou pré-vácuo*. <b>Autoclave Modelo WSS600ELT</b>
Favor encaminhar o manual da(s) autoclave(s) por e-mail, se possível. Gentileza encaminhar para o e-mail: <a href="mailto:cintia.soaresmatos@gmail.com">cintia.soaresmatos@gmail.com</a>
Quais tipos de ciclos o equipamento contém? * <b>Somente 1 ciclo assistido por vácuo. Tempo de esterilização de 15 minutos a 150°C</b>
Favor descrever quais ciclos o equipamento permite ser programado, exemplo: ciclo básico; bolsas de sangue; etc. -
Quais as dimensões da autoclave? * <b>Diâmetro: 1.524mm</b>
Qual é a capacidade instalada do empreendimento? * <b>360 toneladas/mês</b>
Qual é a capacidade nominal do equipamento? * <b>600 kg/hora</b>
Qual é o regime de operação do equipamento? * <b>2 turnos. 6 dias por semana</b>
O equipamento possui sistema para intertravamento? Favor citar os casos em que o sistema interrompe o processo.* Exemplo: temperatura e pressão não alcançados de forma adequada; abertura da porta; falta de energia; bloqueio para alteração de ciclo após início do processo; entre outros. <b>Não é possível alterar os parâmetros de tratamento após o início do ciclo. Caso não alcançado a temperatura de esterilização, o ciclo não é completado, sendo que, tal situação fica documentada no ticket de tratamento emitido pela autoclave e também em nossos registros internos. Outras situações em que o ciclo pode ser cancelado: excesso de pressão, falta de energia, acionamento de botão de emergência, violação do sistema de segurança da porta. Em todas estas situações o</b>

<b>ciclo é cancelado e fica registrado, conforme já citado acima.</b>	
O equipamento emite sinal sonoro e/ou visual caso ocorra alguma falha?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Qual é a forma de geração do vapor?*	
<input type="checkbox"/> Caldeira a gás	<input type="checkbox"/> Caldeira elétrica <input checked="" type="checkbox"/> Outros: <b>Caldeira a Diesel</b>
Qual é a fonte de abastecimento de água do empreendimento, tanto para geração de vapor quanto para utilização nas demais etapas do processo?*	
<input type="checkbox"/> Captação subterrânea (poço artesiano)	<input type="checkbox"/> Captação em corpo d'água superficial
<input checked="" type="checkbox"/> Fornecido pela concessionária de água local	<input type="checkbox"/> Outros: _____
A água utilizada na caldeira passa por algum tipo de pré-tratamento?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, favor informar qual tipo de pré-tratamento: <b>Tratamento químico objetivando evitar a corrosão da tubulação</b>	
Quantos carrinhos a autoclave comporta por ciclo e qual a capacidade dos mesmos?*	
<b>Comporta 7 carros de tratamento. Média de 0,77m<sup>3</sup>/carro</b>	
Qual o material e a forma dos carrinhos da autoclave?*. Favor descrever qual tipo de material dos carrinhos (ex: aço inox) e se possuem furos nas extremidades (laterais e fundo) ou se são totalmente fechados, se possuem fechamento superior ou se são abertos, entre outros aspectos.	
<b>O carro de tratamento é de aço inox, em chapa tipo "casa da moeda", ou seja, possui furos nas laterais e fundo</b>	
Os carrinhos onde os RSS são acondicionados para tratamento são revestidos?*. Procedimento em que os operadores inserem algum material na base dos carrinhos (ex: plástico, papel Kraft; entre outros).	
<b>Sim</b>	
Em caso positivo, qual material é usado para revestimento dos carrinhos? <b>Papel kraft</b>	
Os RSS são acondicionados em embalagens específicas para tratamento em autoclave?*	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Outros: _____
Em caso positivo, qual o fabricante da embalagem? _____	
Qual o material e o tamanho da embalagem utilizada para autoclavação? _____	
A embalagem apresenta alguma especificidade? Por exemplo: furos para facilitar o acesso de vapor, dispositivos de fechamento da embalagem, entre outros. _____	
Qual é a forma de alimentação dos RSS na autoclave?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Manual	<input type="checkbox"/> Mecânica

( ) Parte manual e parte mecânica	( ) Outros: _____
Favor descrever como é realizada essa alimentação:* Se a alimentação for mecanizada, gentileza descrever os mecanismos utilizados. Se a alimentação for manual, favor descrever como os operadores realizam o procedimento.	
<b>O operador e o ajudante posiciona a rampa na entrada da autoclave e empurram o carro de tratamento para dentro</b>	
Qual a temperatura média de operação da autoclave?* <b>150°C</b>	
Qual a pressão média de operação da autoclave?* <b>4 kgf/cm<sup>2</sup></b>	
Qual o tempo médio do processo de tratamento (ciclo completo)?* Favor informar o tempo completo, desde a inserção do resíduo até o resfriamento e retirada.	
<b>35 a 40 minutos</b>	
Quais etapas são englobadas no ciclo? Favor citar o tempo médio de cada etapa*.	
<b>Pré-vácuo: 4 minutos; Aquecimento: 7 minutos; Esterilização: 15 minutos; Exaustão: 9 minutos Secagem: 4 minutos</b>	
Qual o número médio de ciclos por dia?* <b>Atualmente 08 (oito) ciclos</b>	
Há instrumentos registradores dos parâmetros ao longo do ciclo operacional?*	
( x ) Sim	( ) Não
Quais parâmetros são monitorados?* <b>Temperatura de esterilização e pressão do pré-vácuo</b>	
Como é realizado esse registro?* Favor informar se há emissão de tickets após o ciclo, se o controle se dá apenas por meio eletrônico ou se o registro é manual, a partir da visualização no visor do equipamento, entre outros aspectos.	
<b>É registrado através do ticket de tratamento emitido automaticamente no final de cada ciclo, pela autoclave</b>	
São utilizados indicadores químicos para monitoramento do processo de tratamento?*	
( x ) Sim	( ) Não
Quais tipos de indicadores químicos são utilizados?* <b>3M Comply 1250</b>	
Qual o fabricante dos indicadores químicos utilizados para monitoramento?* <b>3M</b>	
Qual a frequência de utilização dos indicadores químicos?*	
( x ) A cada ciclo	( ) Uma vez por dia
( ) Duas vezes ou mais por dia	( ) Semanalmente
( ) Quinzenalmente	( ) Trimestralmente
( ) Não se aplica	( ) Outros: _____
Qual a forma de distribuição dos indicadores químicos na carga dos resíduos?* <b>Em alturas distintas e em carros alternados</b>	
São utilizados indicadores biológicos para monitoramento do processo de tratamento?*	
( x ) Sim	( ) Não

Qual o fabricante dos indicadores biológicos utilizados para monitoramento?*	<b>3M</b>
Qual o tipo de indicador biológico é utilizado para monitoramento?*	Favor Especificar marca e modelo. Exemplo: 3M - Attest 1292 para vapor. <b>3M - Attest 1292</b>
O fabricante estabelece uma temperatura ótima para utilização dos indicadores biológicos?*	
( <input checked="" type="checkbox"/> ) Sim	( <input type="checkbox"/> ) Não
Em caso positivo, favor informar qual a temperatura ideal indicada pelo fabricante.	<b>132°C</b>
Qual a frequência de utilização dos indicadores biológicos?*	
( <input type="checkbox"/> ) A cada ciclo	( <input type="checkbox"/> ) Um a cada turno
( <input type="checkbox"/> ) Duas vezes ou mais por dia	( <input type="checkbox"/> ) Semanalmente
( <input type="checkbox"/> ) Quinzenalmente	( <input type="checkbox"/> ) Trimestralmente
( <input type="checkbox"/> ) Não se aplica	( <input checked="" type="checkbox"/> ) Outros: <b>Um a cada turno</b>
Qual a forma de distribuição dos indicadores biológicos na carga?*	<b>No carro de tratamento próximo à porta</b>
Como os indicadores, tanto biológicos quanto químicos, são recolhidos da carga após tratamento?*	<b>São recolhidos manualmente pelo operador e/ou ajudante</b>
Para leitura do resultado dos indicadores biológicos, o empreendimento possui incubadora/estufa?*	
( <input checked="" type="checkbox"/> ) Sim	( <input type="checkbox"/> ) Não ( <input type="checkbox"/> ) Outros: _____
Qual o tempo de leitura dos indicadores biológicos?*	
( <input checked="" type="checkbox"/> ) 1 a 3 horas	( <input type="checkbox"/> ) 3 a 12 horas
( <input type="checkbox"/> ) 12 a 24 horas	( <input type="checkbox"/> ) 48 horas
( <input type="checkbox"/> ) Outros: _____	
O empreendimento realiza testes laboratoriais como contraprova aos resultados dos indicadores comerciais?*	
( <input type="checkbox"/> ) Sim	( <input checked="" type="checkbox"/> ) Não ( <input type="checkbox"/> ) Outros: _____
Em caso positivo, qual(is) laboratório(s) é(são) responsável(is) por essas análises?	_____
Em caso positivo, qual a frequência em que essas análises são realizadas?	_____
Os RSS são direcionados para trituração?*	
( <input type="checkbox"/> ) Sim, anteriormente ao processo de tratamento	( <input checked="" type="checkbox"/> ) Sim, após o processo de tratamento
( <input type="checkbox"/> ) Sim, o equipamento de autoclavagem possui um sistema de trituração interno	
( <input type="checkbox"/> ) Não	( <input type="checkbox"/> ) Outros: _____
Em caso positivo, qual é a capacidade de trituração?	<b>1500 kg/hora</b>

Em caso positivo, o triturador possui algum sistema de fechamento para evitar a emissão de spray no momento da trituração?	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
<input type="checkbox"/> Em partes	<input type="checkbox"/> Outros: _____
Há dispositivos que facilitam a elevação e descarga dos carrinhos no triturador?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Qual é a forma de destinação dos efluentes provenientes da autoclave?*	
<input type="checkbox"/> Tratados na própria unidade	<input type="checkbox"/> Lançados na rede coletora de esgoto
<input type="checkbox"/> Lançados em corpos d'água	<input checked="" type="checkbox"/> Tratados em empresa terceirizada
<input type="checkbox"/> Outros: _____	
Caso os efluentes sejam tratados, favor descrever a forma de tratamento: <b>Físico e biológico</b>	
Há algum processo de recirculação do efluente tratado? Favor descrever o procedimento e o uso do efluente recirculado na autoclave, em caso positivo. <b>Não</b>	
São realizadas análises laboratoriais dos efluentes provenientes da autoclave?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a periodicidade desta análise? <b>Atualmente, trimestral</b>	
Os RSS após tratamento são armazenados para posterior envio ao local de disposição final?*	
<input type="checkbox"/> Sim, há uma área específica no empreendimento para armazenamento temporário dos RSS tratados	
<input type="checkbox"/> Não, assim que os RSS são tratados os mesmos são direcionados ao local de disposição final	
<input checked="" type="checkbox"/> Outros: <b>Sim. São armazenados em contêineres de 1m<sup>3</sup> e em seguida transferidos para caminhão compactador exclusivo para este fim</b>	
Quem são os responsáveis pelo transporte dos RSS tratados até o local de disposição final?*	
<b>A própria empresa</b>	
Qual o local de disposição final dos RSS tratados e qual a empresa responsável?*	
<b>Aterro Sanitário da Essencis Ambiental MG, localizado em Betim-MG</b>	
O local de disposição final possui licenciamento ambiental? Favor informar o processo de licenciamento, órgão ambiental responsável e validade da licença/AAF. * <b>Sim. Processo administrativo nº01034/2005/010/2012. Supram CM. Validade: 25/06/2020</b>	
<b>Informações sobre controle e segurança do processo; manutenção e validação do equipamento</b>	
O empreendimento possui plano de emergência e contingência?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
A unidade possui alarme de emergência?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não

O empreendimento realiza e treinamento de pessoal periodicamente em relação a esses planos, bem como em relação à segurança no trabalho?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Em caso afirmativo, com qual periodicidade é realizado cada treinamento? <b>Anual</b>
O empreendimento possui plano de inspeção e manutenção?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Em caso afirmativo, o plano engloba: Favor assinalar quantas opções for necessárias. Caso haja alguma outra opção, favor informar no campo "Outro"
<input checked="" type="checkbox"/> Veículos <input checked="" type="checkbox"/> Caldeira
<input checked="" type="checkbox"/> Inspeção e manutenção da autoclave <input checked="" type="checkbox"/> Iluminação e alarmes
<input type="checkbox"/> Outros equipamentos. Especificar _____
Quais tipos de Equipamentos de Proteção Individual são fornecidos pela empresa?*
<b>Uniforme, botas, avental, máscara pra vapores orgânicos, óculos, luvas, cinto de segurança para atividades em altura e creme antibactericida</b>
Quais tipos de Equipamentos de Proteção Coletiva são fornecidos pela empresa?*
<b>Transporte: Cones, placas de sinalização, fita zebra</b>
A empresa dispõe de um Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional que contemple, principalmente, um plano de vacinação dos trabalhadores?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Favor citar as principais vacinas que são recomendadas aos trabalhadores.*
<b>Febre amarela, tétano, hepatite B</b>
Quais as medidas que são tomadas em casos de acidentes de trabalho, principalmente com perfurocortantes?*
<b>O colaborador é direcionado imediatamente a Unidade de Saúde mais próxima para realizar todos os exames médicos necessários como: administração de coquetel para o caso de contato com o vírus HIV, entre outros. E posterior acompanhamento médico</b>
O empreendimento possui algum plano de eficiência do equipamento?*
Considerando questões relacionadas à quantidade de RSS recebida; questões operacionais e de monitoramento do processo (temperatura, pressão e tempo de duração do ciclo; indicadores que serão utilizados e pontos de inserção dos mesmos) e disposição final dos RSS tratados.
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Há registros de operação do sistema para cada ciclo operacional?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, favor descrever o que contém neste registro: Ex: quantidade de RSS processados no ciclo; temperatura, pressão e tempo do ciclo; registros de incidentes ocorridos durante o ciclo; resultados dos indicadores de monitoramento, entre outros.
<b>Relatório Mensal: quantidade de RSS processados no ciclo, tempo do ciclo, registros de incidentes ocorridos durante o ciclo, resultados dos indicadores de monitoramento</b>

Os registradores (manômetros e termopares) são calibrados? Qual a frequência desta calibração?*
<b>Anual</b>
Em caso positivo, qual período mínimo que esses registros ficam armazenados no empreendimento?
<b>Dois anos</b>
Qual a frequência de manutenção dos componentes essenciais da autoclave?*
Entende-se por esses componentes essenciais: filtros de descarga da câmara; válvulas pneumáticas; bomba de vácuo; gerador; compressor de ar; válvulas de segurança e válvulas de retenção, entre outros. <b>Anual</b>
Qual empresa é responsável por essa manutenção preventiva?*
<b>Asmam Caldeiras</b>
A autoclave possui filtro de ar bacteriológico para controle de emissões atmosféricas?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a frequência de troca/manutenção destes filtros? <b>O filtro deve ser substituído quando houver obstrução</b>
Há monitoramento das emissões atmosféricas oriundas da chaminé da caldeira?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
O empreendimento possui algum plano/protocolo de validação do processo?*
Documento que descreve as atividades a serem realizadas na validação do processo, incluindo o cronograma, responsabilidades e os critérios de aceitação para a aprovação.
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a frequência dessa validação? <b>Anual</b>
Qual empresa responsável pela validação do equipamento?*
<b>Asmam Caldeiras através da inspeção de segurança e aferição dos equipamentos de medição</b>
Os resultados dessa validação são documentados em relatórios e arquivados?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Quais outras atividades são desenvolvidas no local?*
<input checked="" type="checkbox"/> Transbordo <input type="checkbox"/> Limpeza de frota de veículos
<input type="checkbox"/> Incineração <input type="checkbox"/> Não se aplica
<input type="checkbox"/> Outros: _____
O empreendimento possui plano de encerramento das atividades?*
<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não

## APÊNDICE F

Informações Gerais	
* Questões de preenchimento obrigatório	
Nome do empreendimento: <b>Empreendimento E</b>	_____
Endereço:* -	_____
Telefone:* -	_____
Nome do responsável pelo preenchimento do questionário:* -	_____
Cargo do responsável pelo preenchimento do questionário:* -	_____
Contato do responsável pelo preenchimento do questionário: Gentileza informar E-mail e Telefone.* -	_____
Informações sobre coleta, transporte e armazenamento dos RSS	
O empreendimento realiza a coleta e transporte dos RSS?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim, coleta, transporte e tratamento	
<input type="checkbox"/> Sim, mas parte também é coletada e transportada por outra empresa privada/pessoa jurídica	
<input type="checkbox"/> Não, a coleta e o transporte até o empreendimento é realizada exclusivamente por empresa terceirizada	
Há controle de recebimento dos RSS?*	
Considerando a identificação dos geradores, identificação do transportador, pesagem dos RSS, entre outros.	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Em parte	
Em caso positivo, favor descrever abaixo como é realizado o controle de recebimento: <b>Tem o MTR, onde é descrito toda a identificação do cliente, da empresa, tipo de resíduo e peso</b>	
Quanto à área de armazenamento dos RSS:* Favor selecionar quantas opções for necessárias. Caso haja alguma informação específica, favor descrever na opção "Outros".	
<input checked="" type="checkbox"/> A área possui dimensões compatíveis com os RSS armazenados	
<input checked="" type="checkbox"/> A área possui sinalização de segurança, a fim de evitar o acesso de pessoas não autorizadas	
<input checked="" type="checkbox"/> O piso é impermeável e lavável	
<input checked="" type="checkbox"/> O revestimento cerâmico é de cor clara	
<input checked="" type="checkbox"/> A área possui sistema de drenagem	
<input checked="" type="checkbox"/> A área é bem ventilada e possui sistema de segurança adequados	
<input checked="" type="checkbox"/> Os RSS são direcionados para um dispositivo de verificação, a fim de identificar a presença de RSS inadequados ao processo de tratamento (grupos de RSS que não podem ser autoclavados ou outros materiais)	
<input checked="" type="checkbox"/> Os RSS são acondicionados em bombonas/contêineres, separados por grupos (A; E)	
<input checked="" type="checkbox"/> Os RSS são armazenados em baias impermeabilizadas, separados por grupos (A; E)	
<input checked="" type="checkbox"/> Os contêineres/bombonas e/ou as baias são rotulados e identificados, de forma a permitir o reconhecimento imediato dos RSS acondicionados	
<input checked="" type="checkbox"/> A área possui procedimentos que atenuem ou eliminem a emissão de substâncias odoríferas	
<input checked="" type="checkbox"/> A área possui disposição interna de forma a direcionar os RSS para tratamento conforme sua ordem de recebimento	
<input type="checkbox"/> Outros:	
No empreendimento há área específica para higienização dos recipientes de acondicionamento dos RSS?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim, a área possui cobertura, iluminação, impermeabilização e sistema de drenagem	

<input type="checkbox"/> Sim, mas a área não está com todas as condições adequadas
<input type="checkbox"/> Não
O empreendimento possui câmara fria?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a temperatura da câmara fria? <b>0°C</b>
Em caso positivo, quais grupos/sub-grupos de RSS são armazenados na câmara fria e qual o tempo máximo de armazenamento? <b>A2, A3, A4, A5</b>
<b>Informações sobre o tratamento dos RSS</b>
Qual a quantidade de autoclaves que o empreendimento possui?*
<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> Mais de 2
Qual é o fabricante do equipamento de autoclavação?* <b>Fhaizer</b>
Qual modelo da(s) autoclave(s)? Favor informar se a autoclave é gravitacional ou pré-vácuo*. <b>Autoclave RSS Pré-Vácuo</b>
Favor encaminhar o manual da(s) autoclave(s) por e-mail, se possível. Gentileza encaminhar para o e-mail: <a href="mailto:cintia.soaresmatos@gmail.com">cintia.soaresmatos@gmail.com</a>
Quais tipos de ciclos o equipamento contém? * <b>Somente ciclo completo</b>
Favor descrever quais ciclos o equipamento permite ser programado, exemplo: ciclo básico; bolsas de sangue; etc. -
Quais as dimensões da autoclave?* <b>São 09m x 1,80 m</b>
Qual é a capacidade instalada do empreendimento? * <b>500 Kg/dia</b>
Qual é a capacidade nominal do equipamento?* <b>18.000 kg ano</b>
Qual é o regime de operação do equipamento?* <b>5 horas por dia</b>
O equipamento possui sistema para intertravamento? Favor citar os casos em que o sistema interrompe o processo.* Exemplo: temperatura e pressão não alcançados de forma adequada; abertura da porta; falta de energia; bloqueio para alteração de ciclo após início do processo; entre outros. <b>Sim, nos casos de abertura da trava da porta, falta de energia, excesso de pressão e botão de emergência, o vapor é liberado imediatamente</b>
O equipamento emite sinal sonoro e/ou visual caso ocorra alguma falha?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Qual é a forma de geração do vapor?*
<input checked="" type="checkbox"/> Caldeira a gás <input type="checkbox"/> Caldeira elétrica <input type="checkbox"/> Outros:

Qual é a fonte de abastecimento de água do empreendimento, tanto para geração de vapor quanto para utilização nas demais etapas do processo?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Captação subterrânea (poço artesiano) superficial	<input type="checkbox"/> Captação em corpo d'água
<input type="checkbox"/> Fornecido pela concessionária de água local	<input type="checkbox"/> Outros: _____
A água utilizada na caldeira passa por algum tipo de pré-tratamento?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, favor informar qual tipo de pré-tratamento: <b>Abrandamento</b>	
Quantos carrinhos a autoclave comporta por ciclo e qual a capacidade dos mesmos?*	
<b>04 carrinhos, em torno de 25 kg por carrinho</b>	
Qual o material e a forma dos carrinhos da autoclave?*. Favor descrever qual tipo de material dos carrinhos (ex: aço inox) e se possuem furos nas extremidades (laterais e fundo) ou se são totalmente fechados, se possuem fechamento superior ou se são abertos, entre outros aspectos.	
<b>Aço com furos laterais e abertos em cima</b>	
Os carrinhos onde os RSS são acondicionados para tratamento são revestidos?*. Procedimento em que os operadores inserem algum material na base dos carrinhos (ex: plástico, papel Kraft; entre outros).	
<b>Sim</b>	
Em caso positivo, qual material é usado para revestimento dos carrinhos? <b>Papel kraft</b>	
Os RSS são acondicionados em embalagens específicas para tratamento em autoclave?*	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Outros: _____
Em caso positivo, qual o fabricante da embalagem? _____	
Qual o material e o tamanho da embalagem utilizada para autoclavação? _____	
A embalagem apresenta alguma especificidade? Por exemplo: furos para facilitar o acesso de vapor, dispositivos de fechamento da embalagem, entre outros. _____	
Qual é a forma de alimentação dos RSS na autoclave?*	
<input type="checkbox"/> Manual	<input type="checkbox"/> Mecânica
<input checked="" type="checkbox"/> Parte manual e parte mecânica	<input type="checkbox"/> Outros: _____
Favor descrever como é realizada essa alimentação:*. Se a alimentação for mecanizada, gentileza descrever os mecanismos utilizados. Se a alimentação for manual, favor descrever como os operadores realizam o procedimento.	
<b>Resíduo é colocado em esteira elétrica para que haja alimentação dos cestos</b>	
Qual a temperatura média de operação da autoclave?*. <b>135°C</b>	
Qual a pressão média de operação da autoclave?*. <b>3,2 bar</b>	
Qual o tempo médio do processo de tratamento (ciclo completo)?*. Favor informar o tempo completo, desde a inserção do resíduo até o resfriamento e retirada.	

<b>Em média 1 hora de processo</b>
Quais etapas são englobadas no ciclo? Favor citar o tempo médio de cada etapa*. <b>Pré-vácuo 10 minutos; injeção de vapor 12 minutos; esterilização 15 minutos; exaustão 05 minutos; vácuo final 10 minutos; secagem 08 minutos</b>
Qual o número médio de ciclos por dia?* <b>5</b>
Há instrumentos registradores dos parâmetros ao longo do ciclo operacional?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Quais parâmetros são monitorados?* <b>Temperatura, pressão e tempo</b>
Como é realizado esse registro?* Favor informar se há emissão de tickets após o ciclo, se o controle se dá apenas por meio eletrônico ou se o registro é manual, a partir da visualização no visor do equipamento, entre outros aspectos. <b>Emissão de tickets</b>
São utilizados indicadores químicos para monitoramento do processo de tratamento?*
<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Quais tipos de indicadores químicos são utilizados?*
Qual o fabricante dos indicadores químicos utilizados para monitoramento?*
Qual a frequência de utilização dos indicadores químicos?*
<input type="checkbox"/> A cada ciclo <input type="checkbox"/> Uma vez por dia
<input type="checkbox"/> Duas vezes ou mais por dia <input type="checkbox"/> Semanalmente
<input type="checkbox"/> Quinzenalmente <input type="checkbox"/> Trimestralmente
<input checked="" type="checkbox"/> Não se aplica <input type="checkbox"/> Outros: _____
Qual a forma de distribuição dos indicadores químicos na carga dos resíduos?*
São utilizados indicadores biológicos para monitoramento do processo de tratamento?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Qual o fabricante dos indicadores biológicos utilizados para monitoramento?* <b>Cristófoli</b>
Qual o tipo de indicador biológico é utilizado para monitoramento?* Favor Especificar marca e modelo. Exemplo: 3M - Attest 1292 para vapor. <b>Sportest</b>
O fabricante estabelece uma temperatura ótima para utilização dos indicadores biológicos?*
<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, favor informar qual a temperatura ideal indicada pelo fabricante.
Qual a frequência de utilização dos indicadores biológicos?*
<input type="checkbox"/> A cada ciclo <input type="checkbox"/> Um a cada turno
<input type="checkbox"/> Duas vezes ou mais por dia <input type="checkbox"/> Semanalmente

<input checked="" type="checkbox"/> Quinzenalmente	<input type="checkbox"/> Trimestralmente
<input type="checkbox"/> Não se aplica	<input type="checkbox"/> Outros:
Qual a forma de distribuição dos indicadores biológicos na carga?*	
<b>Colocado no cesto mais longe da injeção de vapor e próximo a porta de saída</b>	
Como os indicadores, tanto biológicos quanto químicos, são recolhidos da carga após tratamento?*	
<b>Manualmente</b>	
Para leitura do resultado dos indicadores biológicos, o empreendimento possui incubadora/estufa?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Outros: _____
Qual o tempo de leitura dos indicadores biológicos?*	
<input type="checkbox"/> 1 a 3 horas	<input type="checkbox"/> 3 a 12 horas
<input checked="" type="checkbox"/> 12 a 24 horas	<input type="checkbox"/> 48 horas
<input type="checkbox"/> Outros: _____	
O empreendimento realiza testes laboratoriais como contraprova aos resultados dos indicadores comerciais?*	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Outros: _____
Em caso positivo, qual(is) laboratório(s) é(são) responsável(is) por essas análises? _____	
Em caso positivo, qual a frequência em que essas análises são realizadas? _____	
Os RSS são direcionados para trituração?*	
<input type="checkbox"/> Sim, anteriormente ao processo de tratamento	<input checked="" type="checkbox"/> Sim, após o processo de tratamento
<input type="checkbox"/> Sim, o equipamento de autoclavagem possui um sistema de trituração interno	
<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Outros: _____
Em caso positivo, qual é a capacidade de trituração? <b>1 ton/hora</b>	
Em caso positivo, o triturador possui algum sistema de fechamento para evitar a emissão de spray no momento da trituração?	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
<input type="checkbox"/> Em partes	<input type="checkbox"/> Outros: _____
Há dispositivos que facilitam a elevação e descarga dos carrinhos no triturador?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Qual é a forma de destinação dos efluentes provenientes da autoclave?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Tratados na própria unidade	<input type="checkbox"/> Lançados na rede coletora de esgoto
<input type="checkbox"/> Lançados em corpos d'água	<input type="checkbox"/> Tratados em empresa terceirizada
<input type="checkbox"/> Outros: _____	

Caso os efluentes sejam tratados, favor descrever a forma de tratamento: <b>Separador de água e óleo e depois químico, com coagulante e polímero</b>
Há algum processo de recirculação do efluente tratado? Favor descrever o procedimento e o uso do efluente recirculado na autoclave, em caso positivo. <b>Não</b>
São realizadas análises laboratoriais dos efluentes provenientes da autoclave?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a periodicidade desta análise? <b>Semestral</b>
Os RSS após tratamento são armazenados para posterior envio ao local de disposição final?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim, há uma área específica no empreendimento para armazenamento temporário dos RSS tratados
<input type="checkbox"/> Não, assim que os RSS são tratados os mesmos são direcionados ao local de disposição final
<input type="checkbox"/> Outros:
Quem são os responsáveis pelo transporte dos RSS tratados até o local de disposição final?*
<b>A própria empresa</b>
Qual o local de disposição final dos RSS tratados e qual a empresa responsável?*
<b>Aterro de Resíduos classe II, ESSENCIS</b>
O local de disposição final possui licenciamento ambiental? Favor informar o processo de licenciamento, órgão ambiental responsável e validade da licença/AAF.* <b>Sim. LO: 96/2013 / 01034/2005/010/2012</b>
<b>Informações sobre controle e segurança do processo; manutenção e validação do equipamento</b>
O empreendimento possui plano de emergência e contingência?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
A unidade possui alarme de emergência?*
<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
O empreendimento realiza e treinamento de pessoal periodicamente em relação a esses planos, bem como em relação à segurança no trabalho?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Em caso afirmativo, com qual periodicidade é realizado cada treinamento? <b>Mensal</b>
O empreendimento possui plano de inspeção e manutenção?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Em caso afirmativo, o plano engloba: Favor assinalar quantas opções for necessárias. Caso haja alguma outra opção, favor informar no campo "Outro"
<input checked="" type="checkbox"/> Veículos <input checked="" type="checkbox"/> Caldeira
<input checked="" type="checkbox"/> Inspeção e manutenção da autoclave <input checked="" type="checkbox"/> Iluminação e alarmes
<input type="checkbox"/> Outros equipamentos. Especificar _____

Quais tipos de Equipamentos de Proteção Individual são fornecidos pela empresa?* <b>Uniformes, luvas, máscaras, sapato de segurança</b>
Quais tipos de Equipamentos de Proteção Coletiva são fornecidos pela empresa?* <b>Sistema de hidrante</b>
A empresa dispõe de um Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional que contemple, principalmente, um plano de vacinação dos trabalhadores?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Favor citar as principais vacinas que são recomendadas aos trabalhadores.* <b>Tétano, difteria, hanseníase, hepatite, gripe</b>
Quais as medidas que são tomadas em casos de acidentes de trabalho, principalmente com perfurocortantes?* <b>Encaminhamento para emergência para exames e medicação</b>
O empreendimento possui algum plano de eficiência do equipamento?* Considerando questões relacionadas à quantidade de RSS recebida; questões operacionais e de monitoramento do processo (temperatura, pressão e tempo de duração do ciclo; indicadores que serão utilizados e pontos de inserção dos mesmos) e disposição final dos RSS tratados.
<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Há registros de operação do sistema para cada ciclo operacional?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, favor descrever o que contém neste registro: Ex: quantidade de RSS processados no ciclo; temperatura, pressão e tempo do ciclo; registros de incidentes ocorridos durante o ciclo; resultados dos indicadores de monitoramento, entre outros. <b>Temperatura, pressão, tempo e registro dos indicadores</b>
Os registradores (manômetros e termopares) são calibrados? Qual a frequência desta calibração?*
<b>Anual</b>
Em caso positivo, qual período mínimo que esses registros ficam armazenados no empreendimento?
<b>Quatro anos</b>
Qual a frequência de manutenção dos componentes essenciais da autoclave?* Entende-se por esses componentes essenciais: filtros de descarga da câmara; válvulas pneumáticas; bomba de vácuo; gerador; compressor de ar; válvulas de segurança e válvulas de retenção, entre outros. <b>Filtros são diários e o restante anual</b>
Qual empresa é responsável por essa manutenção preventiva?* <b>Sevice Valve</b>
A autoclave possui filtro de ar bacteriológico para controle de emissões atmosféricas?*
<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a frequência de troca/manutenção destes filtros?
Há monitoramento das emissões atmosféricas oriundas da chaminé da caldeira?*

<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
O empreendimento possui algum plano/protocolo de validação do processo?* Documento que descreve as atividades a serem realizadas na validação do processo, incluindo o cronograma, responsabilidades e os critérios de aceitação para a aprovação.	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a frequência dessa validação?	
Qual empresa responsável pela validação do equipamento?* <b>Connim</b>	
Os resultados dessa validação são documentados em relatórios e arquivados?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Quais outras atividades são desenvolvidas no local?*	
<input type="checkbox"/> Transbordo	<input type="checkbox"/> Limpeza de frota de veículos
<input checked="" type="checkbox"/> Incineração	<input type="checkbox"/> Não se aplica
<input type="checkbox"/> Outros: _____	
O empreendimento possui plano de encerramento das atividades?*	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não

## APÊNDICE G

<b>Informações Gerais</b> * Questões de preenchimento obrigatório	
Nome do empreendimento: <b>Empreendimento F</b>	_____
Endereço:* -	_____
Telefone:* -	_____
Nome do responsável pelo preenchimento do questionário:* -	_____
Cargo do responsável pelo preenchimento do questionário:* -	_____
Contato do responsável pelo preenchimento do questionário: Gentileza informar E-mail e Telefone.* -	_____
<b>Informações sobre coleta, transporte e armazenamento dos RSS</b>	
O empreendimento realiza a coleta e transporte dos RSS?*	
( ) Sim, coleta, transporte e tratamento	
( <b>x</b> ) Sim, mas parte também é coletada e transportada por outra empresa privada/pessoa jurídica	
( ) Não, a coleta e o transporte até o empreendimento é realizada exclusivamente por empresa terceirizada	
Há controle de recebimento dos RSS?* Considerando a identificação dos geradores, identificação do transportador, pesagem dos RSS, entre outros.	
( <b>x</b> ) Sim                      ( ) Não                      ( ) Em parte	
Em caso positivo, favor descrever abaixo como é realizado o controle de recebimento: <b>Todos os resíduos são pesados nos clientes</b>	
Quanto à área de armazenamento dos RSS:* Favor selecionar quantas opções for necessárias. Caso haja alguma informação específica, favor descrever na opção "Outros".	
( <b>x</b> ) A área possui dimensões compatíveis com os RSS armazenados	
( <b>x</b> ) A área possui sinalização de segurança, a fim de evitar o acesso de pessoas não autorizadas	
( <b>x</b> ) O piso é impermeável e lavável	
( <b>x</b> ) O revestimento cerâmico é de cor clara	
( <b>x</b> ) A área possui sistema de drenagem	
( <b>x</b> ) A área é bem ventilada e possui sistema de segurança adequados	
( ) Os RSS são direcionados para um dispositivo de verificação, a fim de identificar a presença de RSS inadequados ao processo de tratamento (grupos de RSS que não podem ser autoclavados ou outros materiais)	
( ) Os RSS são acondicionados em bombonas/contêineres, separados por grupos (A; E)	
( <b>x</b> ) Os RSS são armazenados em baias impermeabilizadas, separados por grupos (A; E)	
( ) Os contêineres/bombonas e/ou as baias são rotulados e identificados, de forma a permitir o reconhecimento imediato dos RSS acondicionados	
( ) A área possui procedimentos que atenuem ou eliminem a emissão de substâncias odoríferas	
( ) A área possui disposição interna de forma a direcionar os RSS para tratamento conforme sua ordem de recebimento	
( ) Outros:	
No empreendimento há área específica para higienização dos recipientes de acondicionamento dos RSS?*	
( <b>x</b> ) Sim, a área possui cobertura, iluminação, impermeabilização e sistema de drenagem	

<input type="checkbox"/> Sim, mas a área não está com todas as condições adequadas
<input type="checkbox"/> Não
O empreendimento possui câmara fria?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a temperatura da câmara fria? <b>5 a 6°C</b>
Em caso positivo, quais grupos/sub-grupos de RSS são armazenados na câmara fria e qual o tempo máximo de armazenamento? <b>Subgrupos A2 e A3 (que são incinerados), quando não há possibilidade de incineração no dia. Ficam no máximo 2 dias.</b>
<b>Informações sobre o tratamento dos RSS</b>
Qual a quantidade de autoclaves que o empreendimento possui?*
<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> Mais de 2
Qual é o fabricante do equipamento de autoclavação?* <b>GVTek / Campel</b>
Qual modelo da(s) autoclave(s)? Favor informar se a autoclave é gravitacional ou pré-vácuo*. <b>Pré-Vácuo</b>
Favor encaminhar o manual da(s) autoclave(s) por e-mail, se possível. Gentileza encaminhar para o e-mail: <a href="mailto:cintia.soaresmatos@gmail.com">cintia.soaresmatos@gmail.com</a>
Quais tipos de ciclos o equipamento contém? * <b>Apenas um ciclo, contendo: pré-vácuo; esterilização; exaustão; vácuo de secagem</b>
Favor descrever quais ciclos o equipamento permite ser programado, exemplo: ciclo básico; bolsas de sangue; etc. -
Quais as dimensões da autoclave?* <b>1000 x 2380 mm</b>
Qual é a capacidade instalada do empreendimento? * <b>0,9 ton/dia</b>
Qual é a capacidade nominal do equipamento?* <b>1200 litros/ciclo</b>
Qual é o regime de operação do equipamento?* <b>1 turno</b>
O equipamento possui sistema para intertravamento? Favor citar os casos em que o sistema interrompe o processo.* Exemplo: temperatura e pressão não alcançados de forma adequada; abertura da porta; falta de energia; bloqueio para alteração de ciclo após início do processo; entre outros. <b>Tempo de esterilização inicia somente após atingir a temperatura mínima de 145 graus; em caso de falta de energia, ou falta de pressão na linha de ar comprimido, é interrompido o processo. A tampa só abre com pressão atmosférica</b>
O equipamento emite sinal sonoro e/ou visual caso ocorra alguma falha?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não

Qual é a forma de geração do vapor?*		
<input type="checkbox"/> Caldeira a gás	<input type="checkbox"/> Caldeira elétrica	<input checked="" type="checkbox"/> Outros: <b>Caldeira a lenha</b>
Qual é a fonte de abastecimento de água do empreendimento, tanto para geração de vapor quanto para utilização nas demais etapas do processo?*		
<input type="checkbox"/> Captação subterrânea (poço artesiano)	<input type="checkbox"/> Captação em corpo d'água superficial	
<input checked="" type="checkbox"/> Fornecido pela concessionária de água local	<input type="checkbox"/> Outros: _____	
A água utilizada na caldeira passa por algum tipo de pré-tratamento?*		
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não	
Em caso positivo, favor informar qual tipo de pré-tratamento:		
Quantos carrinhos a autoclave comporta por ciclo e qual a capacidade dos mesmos?*		
<b>2 carrinhos, 600 litros cada</b>		
Qual o material e a forma dos carrinhos da autoclave?*. Favor descrever qual tipo de material dos carrinhos (ex: aço inox) e se possuem furos nas extremidades (laterais e fundo) ou se são totalmente fechados, se possuem fechamento superior ou se são abertos, entre outros aspectos.		
<b>Carrinhos de aço inox, meio cilindro; furos nas laterais, sem fechamento superior</b>		
Os carrinhos onde os RSS são acondicionados para tratamento são revestidos?*. Procedimento em que os operadores inserem algum material na base dos carrinhos (ex: plástico, papel Kraft; entre outros).		
<b>Sim</b>		
Em caso positivo, qual material é usado para revestimento dos carrinhos? <b>Papel kraft</b>		
Os RSS são acondicionados em embalagens específicas para tratamento em autoclave?*		
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Outros: _____
Em caso positivo, qual o fabricante da embalagem? _____		
Qual o material e o tamanho da embalagem utilizada para autoclavação? _____		
A embalagem apresenta alguma especificidade? Por exemplo: furos para facilitar o acesso de vapor, dispositivos de fechamento da embalagem, entre outros. _____		
Qual é a forma de alimentação dos RSS na autoclave?*		
<input type="checkbox"/> Manual	<input type="checkbox"/> Mecânica	
<input checked="" type="checkbox"/> Parte manual e parte mecânica	<input type="checkbox"/> Outros: _____	
Favor descrever como é realizada essa alimentação?*. Se a alimentação for mecanizada, gentileza descrever os mecanismos utilizados. Se a alimentação for manual, favor descrever como os operadores realizam o procedimento.		
<b>Carregamento manual, com auxílio de ganchos para evitar o contato direto com os resíduos</b>		
Qual a temperatura média de operação da autoclave?*. <b>145 a 150°C</b>		
Qual a pressão média de operação da autoclave?*. <b>4,5 kgf/cm<sup>2</sup></b>		

Qual o tempo médio do processo de tratamento (ciclo completo)?* Favor informar o tempo completo, desde a inserção do resíduo até o resfriamento e retirada. <b>Cerca de 35 a 40 minutos</b>
Quais etapas são englobadas no ciclo? Favor citar o tempo médio de cada etapa*. <b>Pré-vácuo de 5 min.; esterilização 15 a 20 min.; exaustão 5 min.; vácuo de secagem 5min</b>
Qual o número médio de ciclos por dia?* <b>12</b>
Há instrumentos registradores dos parâmetros ao longo do ciclo operacional?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Quais parâmetros são monitorados?* <b>Temperatura, pressão e tempo</b>
Como é realizado esse registro?*. Favor informar se há emissão de tickets após o ciclo, se o controle se dá apenas por meio eletrônico ou se o registro é manual, a partir da visualização no visor do equipamento, entre outros aspectos. <b>Emissão de tickets</b>
São utilizados indicadores químicos para monitoramento do processo de tratamento?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Quais tipos de indicadores químicos são utilizados?* <b>Fita indicadora química classe 5</b>
Qual o fabricante dos indicadores químicos utilizados para monitoramento?* <b>Biomeck</b>
Qual a frequência de utilização dos indicadores químicos?*
<input type="checkbox"/> A cada ciclo <input type="checkbox"/> Uma vez por dia
<input type="checkbox"/> Duas vezes ou mais por dia <input type="checkbox"/> Semanalmente
<input type="checkbox"/> Quinzenalmente <input checked="" type="checkbox"/> Trimestralmente
<input type="checkbox"/> Não se aplica <input type="checkbox"/> Outros: _____
Qual a forma de distribuição dos indicadores químicos na carga dos resíduos?*. <b>2 fitas por cesto, uma na parte superior e uma na parte inferior</b>
São utilizados indicadores biológicos para monitoramento do processo de tratamento?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Qual o fabricante dos indicadores biológicos utilizados para monitoramento?*. <b>Biomeck</b>
Qual o tipo de indicador biológico é utilizado para monitoramento?*. Favor Especificar marca e modelo. Exemplo: 3M - Attest 1292 para vapor. <b>Teste biológico biotest - Biomeck</b>
O fabricante estabelece uma temperatura ótima para utilização dos indicadores biológicos?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, favor informar qual a temperatura ideal indicada pelo fabricante. <b>121°C</b>

Qual a frequência de utilização dos indicadores biológicos?*	
<input type="checkbox"/> A cada ciclo	<input type="checkbox"/> Um a cada turno
<input type="checkbox"/> Duas vezes ou mais por dia	<input checked="" type="checkbox"/> Semanalmente
<input type="checkbox"/> Quinzenalmente	<input type="checkbox"/> Trimestralmente
<input type="checkbox"/> Não se aplica	<input type="checkbox"/> Outros:
Qual a forma de distribuição dos indicadores biológicos na carga?* <b>Um tubo por cesto; um tubo de controle (branco)</b>	
Como os indicadores, tanto biológicos quanto químicos, são recolhidos da carga após tratamento?* <b>Manualmente</b>	
Para leitura do resultado dos indicadores biológicos, o empreendimento possui incubadora/estufa?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Outros: _____
Qual o tempo de leitura dos indicadores biológicos?*	
<input type="checkbox"/> 1 a 3 horas	<input type="checkbox"/> 3 a 12 horas
<input checked="" type="checkbox"/> 12 a 24 horas	<input type="checkbox"/> 48 horas
<input type="checkbox"/> Outros: _____	
O empreendimento realiza testes laboratoriais como contraprova aos resultados dos indicadores comerciais?*	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Outros: _____
Em caso positivo, qual(is) laboratório(s) é(são) responsável(is) por essas análises? _____	
Em caso positivo, qual a frequência em que essas análises são realizadas? _____	
Os RSS são direcionados para trituração?*	
<input type="checkbox"/> Sim, anteriormente ao processo de tratamento	<input type="checkbox"/> Sim, após o processo de tratamento
<input type="checkbox"/> Sim, o equipamento de autoclavação possui um sistema de trituração interno	
<input checked="" type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Outros: _____
Em caso positivo, qual é a capacidade de trituração?	
Em caso positivo, o triturador possui algum sistema de fechamento para evitar a emissão de spray no momento da trituração?	
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
<input type="checkbox"/> Em partes	<input type="checkbox"/> Outros: _____
Há dispositivos que facilitam a elevação e descarga dos carrinhos no triturador?*	
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Qual é a forma de destinação dos efluentes provenientes da autoclave?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Tratados na própria unidade	<input type="checkbox"/> Lançados na rede coletora de esgoto

<input type="checkbox"/> Lançados em corpos d'água	<input type="checkbox"/> Tratados em empresa terceirizada
<input type="checkbox"/> Outros: _____	
Caso os efluentes sejam tratados, favor descrever a forma de tratamento: <b>Coagulação / floculação</b>	
Há algum processo de recirculação do efluente tratado? Favor descrever o procedimento e o uso do efluente recirculado na autoclave, em caso positivo. <b>Após o tratamento, efluente é utilizado para reposição de perdas por evaporação no lavador de gases do incinerador (outro equipamento licenciado na unidade)</b>	
São realizadas análises laboratoriais dos efluentes provenientes da autoclave?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a periodicidade desta análise? <b>Anual</b>	
Os RSS após tratamento são armazenados para posterior envio ao local de disposição final?*	
<input type="checkbox"/> Sim, há uma área específica no empreendimento para armazenamento temporário dos RSS tratados	
<input type="checkbox"/> Não, assim que os RSS são tratados os mesmos são direcionados ao local de disposição final	
<input checked="" type="checkbox"/> Outros: <b>Armazenados em caçambas roll on</b>	
Quem são os responsáveis pelo transporte dos RSS tratados até o local de disposição final?*	
<b>A própria empresa</b>	
Qual o local de disposição final dos RSS tratados e qual a empresa responsável?*	
<b>Ecosust - Campo Belo, MG</b>	
O local de disposição final possui licenciamento ambiental? Favor informar o processo de licenciamento, órgão ambiental responsável e validade da licença/AAF.* <b>10202/2008/011/2015 supram SM LO 049/2012 LO 138/2012</b>	
<b>Informações sobre controle e segurança do processo; manutenção e validação do equipamento</b>	
O empreendimento possui plano de emergência e contingência?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
A unidade possui alarme de emergência?*	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
O empreendimento realiza e treinamento de pessoal periodicamente em relação a esses planos, bem como em relação à segurança no trabalho?*	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
Em caso afirmativo, com qual periodicidade é realizado cada treinamento?	
O empreendimento possui plano de inspeção e manutenção?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Em caso afirmativo, o plano engloba: Favor assinalar quantas opções for necessárias. Caso haja	

alguma outra opção, favor informar no campo "Outro"	
<input checked="" type="checkbox"/> Veículos	<input checked="" type="checkbox"/> Caldeira
<input checked="" type="checkbox"/> Inspeção e manutenção da autoclave	<input type="checkbox"/> Iluminação e alarmes
<input type="checkbox"/> Outros equipamentos. Especificar _____	
Quais tipos de Equipamentos de Proteção Individual são fornecidos pela empresa?*	
<b>Luvas, Máscaras, Uniformes; botina de segurança, protetores auriculares; óculos</b>	
Quais tipos de Equipamentos de Proteção Coletiva são fornecidos pela empresa?*	
<b>Placas de orientação</b>	
A empresa dispõe de um Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional que contemple, principalmente, um plano de vacinação dos trabalhadores?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Favor citar as principais vacinas que são recomendadas aos trabalhadores.*	
<b>Febre amarela; tétano; hepatite B</b>	
Quais as medidas que são tomadas em casos de acidentes de trabalho, principalmente com perfurocortantes?*	
<b>Funcionários são encaminhados ao pronto-socorro, para avaliação clínica, e em seguida para o CAPS (Centro de Atenção Psicossocial), para avaliação. Se necessário, iniciam tratamento anti retroviral</b>	
O empreendimento possui algum plano de eficiência do equipamento?* Considerando questões relacionadas à quantidade de RSS recebida; questões operacionais e de monitoramento do processo (temperatura, pressão e tempo de duração do ciclo; indicadores que serão utilizados e pontos de inserção dos mesmos) e disposição final dos RSS tratados.	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
Há registros de operação do sistema para cada ciclo operacional?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, favor descrever o que contém neste registro: Ex: quantidade de RSS processados no ciclo; temperatura, pressão e tempo do ciclo; registros de incidentes ocorridos durante o ciclo; resultados dos indicadores de monitoramento, entre outros.	
<b>Temperatura, pressão e tempo</b>	
Os registradores (manômetros e termopares) são calibrados? Qual a frequência desta calibração?*	
<b>Anualmente</b>	
Em caso positivo, qual período mínimo que esses registros ficam armazenados no empreendimento?*	
<b>5 anos</b>	
Qual a frequência de manutenção dos componentes essenciais da autoclave?* Entende-se por esses componentes essenciais: filtros de descarga da câmara; válvulas pneumáticas; bomba de vácuo; gerador; compressor de ar; válvulas de segurança e válvulas de retenção, entre outros.	
<b>Semanalmente é feita manutenção preventiva; mensalmente é feita uma manutenção geral, com limpeza de válvulas, etc.</b>	
Qual empresa é responsável por essa manutenção preventiva?*	
<b>Realizado internamente</b>	

A autoclave possui filtro de ar bacteriológico para controle de emissões atmosféricas?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a frequência de troca/manutenção destes filtros? <b>Verificado na inspeção mensal</b>	
Há monitoramento das emissões atmosféricas oriundas da chaminé da caldeira?*	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
O empreendimento possui algum plano/protocolo de validação do processo?* Documento que descreve as atividades a serem realizadas na validação do processo, incluindo o cronograma, responsabilidades e os critérios de aceitação para a aprovação.	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a frequência dessa validação?	
Qual empresa responsável pela validação do equipamento?* <b>Nenhuma</b>	
Os resultados dessa validação são documentados em relatórios e arquivados?*	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
Quais outras atividades são desenvolvidas no local?*	
<input type="checkbox"/> Transbordo	<input type="checkbox"/> Limpeza de frota de veículos
<input checked="" type="checkbox"/> Incineração	<input type="checkbox"/> Não se aplica
<input type="checkbox"/> Outros: _____	
O empreendimento possui plano de encerramento das atividades?*	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não

## APÊNDICE H

Informações Gerais	
* Questões de preenchimento obrigatório	
Nome do empreendimento: <b>Empreendimento I</b>	
Endereço:* -	
Telefone:* -	
Nome do responsável pelo preenchimento do questionário:* -	
Cargo do responsável pelo preenchimento do questionário:* -	
Contato do responsável pelo preenchimento do questionário: Gentileza informar E-mail e Telefone.* -	
Informações sobre coleta, transporte e armazenamento dos RSS	
O empreendimento realiza a coleta e transporte dos RSS?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim, coleta, transporte e tratamento	
<input type="checkbox"/> Sim, mas parte também é coletada e transportada por outra empresa privada/pessoa jurídica	
<input type="checkbox"/> Não, a coleta e o transporte até o empreendimento é realizada exclusivamente por empresa terceirizada	
Há controle de recebimento dos RSS?*	
Considerando a identificação dos geradores, identificação do transportador, pesagem dos RSS, entre outros.	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Em parte	
Em caso positivo, favor descrever abaixo como é realizado o controle de recebimento: <b>Cada cliente ou ponto de coleta recebe um número individual (número do contrato), então cada cliente possui um histórico único. Esses cliente são cadastrados em um sistema próprio onde a cada evento de coleta é gerado um MTR que contém todos os dados necessários e tipo de resíduo que o cliente pode enviar. Após realizada a coleta o resíduo é identificado por esse número de contrato, para quando o resíduo entrar na planta de tratamento o mesmo possa ter sua origem identificada. O resíduo é recebido, pesado ou não (para casos de apuração de peso dentro do estabelecimento do cliente) o peso é inserido no sistema, para posterior apuração de peso, faturamento e emissão de NF.</b>	
Quanto à área de armazenamento dos RSS:* Favor selecionar quantas opções for necessárias. Caso haja alguma informação específica, favor descrever na opção "Outros".	
<input checked="" type="checkbox"/> A área possui dimensões compatíveis com os RSS armazenados	
<input checked="" type="checkbox"/> A área possui sinalização de segurança, a fim de evitar o acesso de pessoas não autorizadas	
<input checked="" type="checkbox"/> O piso é impermeável e lavável	
<input type="checkbox"/> O revestimento cerâmico é de cor clara	
<input checked="" type="checkbox"/> A área possui sistema de drenagem	
<input checked="" type="checkbox"/> A área é bem ventilada e possui sistema de segurança adequados	
<input checked="" type="checkbox"/> Os RSS são direcionados para um dispositivo de verificação, a fim de identificar a presença de RSS inadequados ao processo de tratamento (grupos de RSS que não podem ser autoclavados ou outros materiais)	
<input checked="" type="checkbox"/> Os RSS são acondicionados em bombonas/contêineres, separados por grupos (A; E)	
<input type="checkbox"/> Os RSS são armazenados em baias impermeabilizadas, separados por grupos (A; E)	
<input checked="" type="checkbox"/> Os contêineres/bombonas e/ou as baias são rotulados e identificados, de forma a permitir o reconhecimento imediato dos RSS acondicionados	
<input type="checkbox"/> A área possui procedimentos que atenuem ou eliminem a emissão de substâncias odoríferas	
<input checked="" type="checkbox"/> A área possui disposição interna de forma a direcionar os RSS para tratamento conforme sua	

ordem de recebimento
( ) Outros:
No empreendimento há área específica para higienização dos recipientes de acondicionamento dos RSS?*
( x ) Sim, a área possui cobertura, iluminação, impermeabilização e sistema de drenagem
( ) Sim, mas a área não está com todas as condições adequadas
( ) Não
O empreendimento possui câmara fria?*
( x ) Sim ( ) Não
Em caso positivo, qual a temperatura da câmara fria? <b>0 a 12°C</b>
Em caso positivo, quais grupos/sub-grupos de RSS são armazenados na câmara fria e qual o tempo máximo de armazenamento? <b>Subgrupos grupo A3 e A5 por até 48hrs</b>
<b>Informações sobre o tratamento dos RSS</b>
Qual a quantidade de autoclaves que o empreendimento possui?*
( x ) 1 ( ) 2 ( ) Mais de 2
Qual é o fabricante do equipamento de autoclavação? * <b>INCOL S.A</b>
Qual modelo da(s) autoclave(s)? Favor informar se a autoclave é gravitacional ou pré-vácuo*. <b>SAU 580! Pré-vácuo</b>
Favor encaminhar o manual da(s) autoclave(s) por e-mail, se possível. Gentileza encaminhar para o e-mail: <a href="mailto:cintia.soaresmatos@gmail.com">cintia.soaresmatos@gmail.com</a>
Quais tipos de ciclos o equipamento contém? * <b>Ciclo único</b>
Favor descrever quais ciclos o equipamento permite ser programado, exemplo: ciclo básico; bolsas de sangue; etc. -
Quais as dimensões da autoclave? * <b>Autoclave Ø 1230 X 5330MM</b>
Qual é a capacidade instalada do empreendimento? * <b>16 toneladas</b>
Qual é a capacidade nominal do equipamento? * <b>18 toneladas</b>
Qual é o regime de operação do equipamento? * <b>24 horas</b>
O equipamento possui sistema para intertravamento? Favor citar os casos em que o sistema interrompe o processo.* Exemplo: temperatura e pressão não alcançados de forma adequada; abertura da porta; falta de energia; bloqueio para alteração de ciclo após início do processo; entre outros. <b>Tempo de vácuo excedido, pressão e temperatura não alcançados para o processo, falta de ar, falta de energia, falta de água, excesso de pressão e temperatura</b>

O equipamento emite sinal sonoro e/ou visual caso ocorra alguma falha?*
( <b>x</b> ) Sim ( ) Não
Qual é a forma de geração do vapor?*
( <b>x</b> ) Caldeira a gás ( ) Caldeira elétrica ( ) Outros:
Qual é a fonte de abastecimento de água do empreendimento, tanto para geração de vapor quanto para utilização nas demais etapas do processo?*
( ) Captação subterrânea (poço artesiano) ( ) Captação em corpo d'água superficial
( ) Fornecido pela concessionária de água local ( <b>x</b> ) Outros: <b>Concessionária local (geração de vapor e consumo humano), Captação subterrânea e reuso da ETDI para demais processos</b>
A água utilizada na caldeira passa por algum tipo de pré-tratamento?*
( <b>x</b> ) Sim ( ) Não
Em caso positivo, favor informar qual tipo de pré-tratamento: <b>Tratamento químico para correção alcalinos terrosos e produtos anticorrosão</b>
Quantos carrinhos a autoclave comporta por ciclo e qual a capacidade dos mesmos?*
<b>5 carros, 120kg</b>
Qual o material e a forma dos carrinhos da autoclave?* Favor descrever qual tipo de material dos carrinhos (ex: aço inox) e se possuem furos nas extremidades (laterais e fundo) ou se são totalmente fechados, se possuem fechamento superior ou se são abertos, entre outros aspectos.
<b>Construídos em aço inox e possuem furos nas laterais, não possuem fechamento superior</b>
Os carrinhos onde os RSS são acondicionados para tratamento são revestidos?* Procedimento em que os operadores inserem algum material na base dos carrinhos (ex: plástico, papel Kraft; entre outros).
<b>Sim</b>
Em caso positivo, qual material é usado para revestimento dos carrinhos? <b>Plástico polipropileno</b>
Os RSS são acondicionados em embalagens específicas para tratamento em autoclave?*
( ) Sim ( <b>x</b> ) Não ( ) Outros: _____
Em caso positivo, qual o fabricante da embalagem? _____
Qual o material e o tamanho da embalagem utilizada para autoclavação? _____
A embalagem apresenta alguma especificidade? Por exemplo: furos para facilitar o acesso de vapor, dispositivos de fechamento da embalagem, entre outros. _____
Qual é a forma de alimentação dos RSS na autoclave?*
( <b>x</b> ) Manual ( ) Mecânica
( ) Parte manual e parte mecânica ( ) Outros: _____
Favor descrever como é realizada essa alimentação:* Se a alimentação for mecanizada, gentileza descrever os

mecanismos utilizados. Se a alimentação for manual, favor descrever como os operadores realizam o procedimento.

**Os colaboradores, esvaziam as bombonas dentro dos carros revestidos com polipropileno, após os carros são levados até o equipamento de forma manual**

Qual a temperatura média de operação da autoclave?\* **145°C**

Qual a pressão média de operação da autoclave?\* **3,5 kgf/cm<sup>2</sup>**

Qual o tempo médio do processo de tratamento (ciclo completo)?\* Favor informar o tempo completo, desde a inserção do resíduo até o resfriamento e retirada.

**30 minutos**

Quais etapas são englobadas no ciclo? Favor citar o tempo médio de cada etapa\*.

**1ª ETAPA Pré-vácuo: 3 a 7 min; 2ª ETAPA: 5 Min; 3ª ETAPA Esterilização: 15 Min  
4ª ETAPA Exaustão: 2Min ; 5ª ETAPA Secagem: 10min; 6ª ETAPA Equalização: segundos**

Qual o número médio de ciclos por dia?\* **48**

Há instrumentos registradores dos parâmetros ao longo do ciclo operacional?\*

Sim  Não

Quais parâmetros são monitorados?\* **Pressão e Temperatura**

Como é realizado esse registro?\* Favor informar se há emissão de tickets após o ciclo, se o controle se dá apenas por meio eletrônico ou se o registro é manual, a partir da visualização no visor do equipamento, entre outros aspectos.

**Eletrônico, automático**

São utilizados indicadores químicos para monitoramento do processo de tratamento?\*

Sim  Não

Quais tipos de indicadores químicos são utilizados?\*

Qual o fabricante dos indicadores químicos utilizados para monitoramento?\*

Qual a frequência de utilização dos indicadores químicos?\*

A cada ciclo  Uma vez por dia

Duas vezes ou mais por dia  Semanalmente

Quinzenalmente  Trimestralmente

Não se aplica  Outros: \_\_\_\_\_

Qual a forma de distribuição dos indicadores químicos na carga dos resíduos?\*

São utilizados indicadores biológicos para monitoramento do processo de tratamento?\*

Sim  Não

Qual o fabricante dos indicadores biológicos utilizados para monitoramento?\* **3M**

Qual o tipo de indicador biológico é utilizado para monitoramento?*	Favor Especificar marca e modelo.	
Exemplo: 3M - Attest 1292 para vapor.	<b>ATTEST 1492 para vapor</b>	
O fabricante estabelece uma temperatura ótima para utilização dos indicadores biológicos?*		
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não	
Em caso positivo, favor informar qual a temperatura ideal indicada pelo fabricante.		
Qual a frequência de utilização dos indicadores biológicos?*		
<input type="checkbox"/> A cada ciclo	<input type="checkbox"/> Um a cada turno	
<input type="checkbox"/> Duas vezes ou mais por dia	<input type="checkbox"/> Semanalmente	
<input type="checkbox"/> Quinzenalmente	<input type="checkbox"/> Trimestralmente	
<input type="checkbox"/> Não se aplica	<input checked="" type="checkbox"/> Outros: <b>Mensalmente</b>	
Qual a forma de distribuição dos indicadores biológicos na carga?*		
<b>Aleatória</b>		
Como os indicadores, tanto biológicos quanto químicos, são recolhidos da carga após tratamento?*		
<b>Os indicadores biológicos são acondicionados em desafios (cápsulas), e nessa cápsulas são colocadas guias para facilitar sua retirada após o processo.</b>		
Para leitura do resultado dos indicadores biológicos, o empreendimento possui incubadora/estufa?*		
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Outros: _____
Qual o tempo de leitura dos indicadores biológicos?*		
<input checked="" type="checkbox"/> 1 a 3 horas	<input type="checkbox"/> 3 a 12 horas	
<input type="checkbox"/> 12 a 24 horas	<input type="checkbox"/> 48 horas	
<input type="checkbox"/> Outros: _____		
O empreendimento realiza testes laboratoriais como contraprova aos resultados dos indicadores comerciais?*		
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Outros: _____
Em caso positivo, qual(is) laboratório(s) é(são) responsável(is) por essas análises?		
_____		
Em caso positivo, qual a frequência em que essas análises são realizadas?		
_____		
Os RSS são direcionados para trituração?*		
<input type="checkbox"/> Sim, anteriormente ao processo de tratamento	<input type="checkbox"/> Sim, após o processo de tratamento	
<input type="checkbox"/> Sim, o equipamento de autoclavagem possui um sistema de trituração interno		
<input checked="" type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Outros: _____	
Em caso positivo, qual é a capacidade de trituração?		
Em caso positivo, o triturador possui algum sistema de fechamento para evitar a emissão de spray no momento da trituração?		

<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
<input type="checkbox"/> Em partes	<input type="checkbox"/> Outros: _____
Há dispositivos que facilitam a elevação e descarga dos carrinhos no triturador?*	
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Qual é a forma de destinação dos efluentes provenientes da autoclave?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Tratados na própria unidade	<input type="checkbox"/> Lançados na rede coletora de esgoto
<input type="checkbox"/> Lançados em corpos d'água	<input type="checkbox"/> Tratados em empresa terceirizada
<input type="checkbox"/> Outros: _____	
<p>Caso os efluentes sejam tratados, favor descrever a forma de tratamento: <b>Processo físico-químico. Sistema é composto pelas seguintes etapas; 1ª Etapa: o efluente é recebido em tanque onde o efluente quente mistura-se com o efluente frio e sedimenta o material mais denso. 2ª Etapa: Após a primeira etapa o efluente é bombeado para segunda etapa onde o efluente recebe injeção de ar para oxidação da matéria orgânica. 3ª Etapa: Após a 2ª etapa o efluente é levado para o tanque de flocculação, onde é feita a coagulação, precipitação do coagulado. 4ª Etapa: O lodo formado na 3ª etapa é retirado para o leito de secagem. 5ª Etapa: Após a retirada do lodo o efluente é filtrado e feita a desinfecção na linha. 6ª Etapa: o efluente é enviado do 1ª tanque de reúso para tanque de distribuição</b></p>	
<p>Há algum processo de recirculação do efluente tratado? Favor descrever o procedimento e o uso do efluente recirculado na autoclave, em caso positivo. <b>Após o efluente tratado e devidamente desinfetado o mesmo utilizado para trocar calor na autoclave, e higienização em geral</b></p>	
São realizadas análises laboratoriais dos efluentes provenientes da autoclave?*	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a periodicidade desta análise?	
Os RSS após tratamento são armazenados para posterior envio ao local de disposição final?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim, há uma área específica no empreendimento para armazenamento temporário dos RSS tratados	
<input type="checkbox"/> Não, assim que os RSS são tratados os mesmos são direcionados ao local de disposição final	
<input type="checkbox"/> Outros:	
Quem são os responsáveis pelo transporte dos RSS tratados até o local de disposição final?*	
<b>A própria empresa</b>	
Qual o local de disposição final dos RSS tratados e qual a empresa responsável?*	
<b>Aterro Classe II, Essencis Soluções Ambientais</b>	
O local de disposição final possui licenciamento ambiental? Favor informar o processo de licenciamento, órgão ambiental responsável e validade da licença/AAF.*	
<b>01034/2005/010/2012-SUPRAMCM-25/06/2020</b>	
<b>Informações sobre controle e segurança do processo; manutenção e validação do equipamento</b>	
O empreendimento possui plano de emergência e contingência?*	

<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
A unidade possui alarme de emergência?*	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
O empreendimento realiza e treinamento de pessoal periodicamente em relação a esses planos, bem como em relação à segurança no trabalho?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Em caso afirmativo, com qual periodicidade é realizado cada treinamento? <b>Na admissão e 1 vez ao ano</b>	
O empreendimento possui plano de inspeção e manutenção?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Em caso afirmativo, o plano engloba: Favor assinalar quantas opções for necessárias. Caso haja alguma outra opção, favor informar no campo "Outro"	
<input checked="" type="checkbox"/> Veículos	<input checked="" type="checkbox"/> Caldeira
<input checked="" type="checkbox"/> Inspeção e manutenção da autoclave	<input checked="" type="checkbox"/> Iluminação e alarmes
<input checked="" type="checkbox"/> Outros equipamentos: <b>Câmara fria; posto de combustível; predial e mecânica em geral</b>	
Quais tipos de Equipamentos de Proteção Individual são fornecidos pela empresa?* <b>Uniforme manga longa, ou manga auxiliar, Luva, Máscara, botina, óculos, avental(EPIS básicos para manuseio do RSS), mas o PPRA possui algumas particularidades para outras funções</b>	
Quais tipos de Equipamentos de Proteção Coletiva são fornecidos pela empresa?* <b>Brigada de incêndio, sinalização de emergência/perigo, extintores e Hidrante</b>	
A empresa dispõe de um Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional que contemple, principalmente, um plano de vacinação dos trabalhadores?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Favor citar as principais vacinas que são recomendadas aos trabalhadores.* <b>Febre Amarela, Hepatite B, Triple Viral e Antitetânica</b>	
Quais as medidas que são tomadas em casos de acidentes de trabalho, principalmente com perfurocortantes?* <b>Higienização do local com água corrente, sabão e álcool, encaminhamento ao atendimento médico em no máximo 2 horas. Após acompanhamento com o médico do trabalho por 6 meses</b>	
O empreendimento possui algum plano de eficiência do equipamento?* Considerando questões relacionadas à quantidade de RSS recebida; questões operacionais e de monitoramento do processo (temperatura, pressão e tempo de duração do ciclo; indicadores que serão utilizados e pontos de inserção dos mesmos) e disposição final dos RSS tratados.	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
Há registros de operação do sistema para cada ciclo operacional?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não

Em caso positivo, favor descrever o que contém neste registro: Ex: quantidade de RSS processados no ciclo; temperatura, pressão e tempo do ciclo; registros de incidentes ocorridos durante o ciclo; resultados dos indicadores de monitoramento, entre outros.
<b>Horário, quantidade tratada</b>
Os registradores (manômetros e termopares) são calibrados? Qual a frequência desta calibração?*
<b>Anualmente</b>
Em caso positivo, qual período mínimo que esses registros ficam armazenados no empreendimento?
<b>25 anos</b>
Qual a frequência de manutenção dos componentes essenciais da autoclave?*
Entende-se por esses componentes essenciais: filtros de descarga da câmara; válvulas pneumáticas; bomba de vácuo; gerador; compressor de ar; válvulas de segurança e válvulas de retenção, entre outros. <b>Verificação diária e mensal, depende do componente. Cito alguns abaixo que são exceções: Filtros: 2 a 3 vezes por turno; Válvulas de segurança: Verificação mensal, calibração anual; Trocador de calor: A cada 15 dias.</b>
Qual empresa é responsável por essa manutenção preventiva?*
<b>Minas Caldeiras</b>
A autoclave possui filtro de ar bacteriológico para controle de emissões atmosféricas?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a frequência de troca/manutenção destes filtros? <b>Não é um filtro. Sim um esterilizador secundário, o mesmo tem a função de tratar o pré-vacuo com temperatura</b>
Há monitoramento das emissões atmosféricas oriundas da chaminé da caldeira?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
O empreendimento possui algum plano/protocolo de validação do processo?*
Documento que descreve as atividades a serem realizadas na validação do processo, incluindo o cronograma, responsabilidades e os critérios de aceitação para a aprovação.
<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a frequência dessa validação?
Qual empresa responsável pela validação do equipamento?*
Os resultados dessa validação são documentados em relatórios e arquivados?*
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Quais outras atividades são desenvolvidas no local?*
<input checked="" type="checkbox"/> Transbordo <input type="checkbox"/> Limpeza de frota de veículos
<input type="checkbox"/> Incineração <input type="checkbox"/> Não se aplica
<input type="checkbox"/> Outros: _____
O empreendimento possui plano de encerramento das atividades?*
<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não

## APÊNDICE I

Informações Gerais * Questões de preenchimento obrigatório	
Nome do empreendimento: <b>Empreendimento K</b>	
Endereço:* -	
Telefone:* -	
Nome do responsável pelo preenchimento do questionário:* -	
Cargo do responsável pelo preenchimento do questionário:* -	
Contato do responsável pelo preenchimento do questionário: Gentileza informar E-mail e Telefone.* -	
Informações sobre coleta, transporte e armazenamento dos RSS	
O empreendimento realiza a coleta e transporte dos RSS?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim, coleta, transporte e tratamento	
<input type="checkbox"/> Sim, mas parte também é coletada e transportada por outra empresa privada/pessoa jurídica	
<input type="checkbox"/> Não, a coleta e o transporte até o empreendimento é realizada exclusivamente por empresa terceirizada	
Há controle de recebimento dos RSS?*	
Considerando a identificação dos geradores, identificação do transportador, pesagem dos RSS, entre outros.	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Em parte	
Em caso positivo, favor descrever abaixo como é realizado o controle de recebimento: <b>Controle por MTR e ticket de coleta, conferência de pesagem interna e lançamento em sistema</b>	
Quanto à área de armazenamento dos RSS:* Favor selecionar quantas opções for necessárias. Caso haja alguma informação específica, favor descrever na opção "Outros".	
<input checked="" type="checkbox"/> A área possui dimensões compatíveis com os RSS armazenados	
<input checked="" type="checkbox"/> A área possui sinalização de segurança, a fim de evitar o acesso de pessoas não autorizadas	
<input checked="" type="checkbox"/> O piso é impermeável e lavável	
<input checked="" type="checkbox"/> O revestimento cerâmico é de cor clara	
<input checked="" type="checkbox"/> A área possui sistema de drenagem	
<input checked="" type="checkbox"/> A área é bem ventilada e possui sistema de segurança adequados	
<input checked="" type="checkbox"/> Os RSS são direcionados para um dispositivo de verificação, a fim de identificar a presença de RSS inadequados ao processo de tratamento (grupos de RSS que não podem ser autoclavados ou outros materiais)	
<input checked="" type="checkbox"/> Os RSS são acondicionados em bombonas/contêineres, separados por grupos (A; E)	
<input checked="" type="checkbox"/> Os RSS são armazenados em baias impermeabilizadas, separados por grupos (A; E)	
<input checked="" type="checkbox"/> Os contêineres/bombonas e/ou as baias são rotulados e identificados, de forma a permitir o reconhecimento imediato dos RSS acondicionados	
<input checked="" type="checkbox"/> A área possui procedimentos que atenuem ou eliminem a emissão de substâncias odoríferas	
<input checked="" type="checkbox"/> A área possui disposição interna de forma a direcionar os RSS para tratamento conforme sua ordem de recebimento	
<input type="checkbox"/> Outros:	
No empreendimento há área específica para higienização dos recipientes de acondicionamento dos RSS?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim, a área possui cobertura, iluminação, impermeabilização e sistema de drenagem	

<input type="checkbox"/> Sim, mas a área não está com todas as condições adequadas
<input type="checkbox"/> Não
O empreendimento possui câmara fria?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a temperatura da câmara fria? <b>-10°C</b>
Em caso positivo, quais grupos/sub-grupos de RSS são armazenados na câmara fria e qual o tempo máximo de armazenamento? <b>Grupo A2 e A3 - cerca de 3 dias dependendo da periodicidade de recebimento</b>
<b>Informações sobre o tratamento dos RSS</b>
Qual a quantidade de autoclaves que o empreendimento possui?*
<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> Mais de 2
Qual é o fabricante do equipamento de autoclavação?* <b>Baumer</b>
Qual modelo da(s) autoclave(s)? Favor informar se a autoclave é gravitacional ou pré-vácuo*. <b>MWTS Pré-vácuo</b>
Favor encaminhar o manual da(s) autoclave(s) por e-mail, se possível. Gentileza encaminhar para o e-mail: <a href="mailto:cintia.soaresmatos@gmail.com">cintia.soaresmatos@gmail.com</a>
Quais tipos de ciclos o equipamento contém? * <b>Ciclo básico</b>
Favor descrever quais ciclos o equipamento permite ser programado, exemplo: ciclo básico; bolsas de sangue; etc. -
Quais as dimensões da autoclave?* <b>1500 litros</b>
Qual é a capacidade instalada do empreendimento? * <b>3,5 ton/dia</b>
Qual é a capacidade nominal do equipamento?* <b>5,76 ton/dia</b>
Qual é o regime de operação do equipamento?* <b>1 turno</b>
O equipamento possui sistema para intertravamento? Favor citar os casos em que o sistema interrompe o processo.* Exemplo: temperatura e pressão não alcançados de forma adequada; abertura da porta; falta de energia; bloqueio para alteração de ciclo após início do processo; entre outros. <b>Abertura da porta, falta de energia, temperatura e pressão fora do padrão</b>
O equipamento emite sinal sonoro e/ou visual caso ocorra alguma falha?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Qual é a forma de geração do vapor?*
<input checked="" type="checkbox"/> Caldeira a gás <input type="checkbox"/> Caldeira elétrica <input type="checkbox"/> Outros:

Qual é a fonte de abastecimento de água do empreendimento, tanto para geração de vapor quanto para utilização nas demais etapas do processo?*	
<input type="checkbox"/> Captação subterrânea (poço artesiano) superficial	<input type="checkbox"/> Captação em corpo d'água superficial
<input checked="" type="checkbox"/> Fornecido pela concessionária de água local	<input type="checkbox"/> Outros: _____
A água utilizada na caldeira passa por algum tipo de pré-tratamento?*	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, favor informar qual tipo de pré-tratamento: _____	
Quantos carrinhos a autoclave comporta por ciclo e qual a capacidade dos mesmos?*	
<b>Dois carrinhos de 120 kg de capacidade cada</b>	
Qual o material e a forma dos carrinhos da autoclave?*. Favor descrever qual tipo de material dos carrinhos (ex: aço inox) e se possuem furos nas extremidades (laterais e fundo) ou se são totalmente fechados, se possuem fechamento superior ou se são abertos, entre outros aspectos.	
<b>Carrinhos de aço inox com furos nas extremidades</b>	
Os carrinhos onde os RSS são acondicionados para tratamento são revestidos?*. Procedimento em que os operadores inserem algum material na base dos carrinhos (ex: plástico, papel Kraft; entre outros).	
<b>Sim</b>	
Em caso positivo, qual material é usado para revestimento dos carrinhos? <b>Papel Kraft</b>	
Os RSS são acondicionados em embalagens específicas para tratamento em autoclave?*	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Outros: _____
Em caso positivo, qual o fabricante da embalagem? _____	
Qual o material e o tamanho da embalagem utilizada para autoclavação? _____	
A embalagem apresenta alguma especificidade? Por exemplo: furos para facilitar o acesso de vapor, dispositivos de fechamento da embalagem, entre outros. _____	
Qual é a forma de alimentação dos RSS na autoclave?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Manual	<input type="checkbox"/> Mecânica
<input type="checkbox"/> Parte manual e parte mecânica	<input type="checkbox"/> Outros: _____
Favor descrever como é realizada essa alimentação:*. Se a alimentação for mecanizada, gentileza descrever os mecanismos utilizados. Se a alimentação for manual, favor descrever como os operadores realizam o procedimento.	
<b>Os resíduos em seus recipientes são colocados manualmente nos cestos e inseridos no equipamento de autoclave</b>	
Qual a temperatura média de operação da autoclave?*. <b>150°C</b>	
Qual a pressão média de operação da autoclave?*. <b>4 kgf/cm<sup>2</sup></b>	
Qual o tempo médio do processo de tratamento (ciclo completo)?*. Favor informar o tempo completo, desde	

a inserção do resíduo até o resfriamento e retirada. <b>30 minutos</b>
Quais etapas são englobadas no ciclo? Favor citar o tempo médio de cada etapa*. <b>Pré vácuo 2 min - inserção de vapor 5 min - esterilização 15 min - decompressão 5 min - secagem 3 min</b>
Qual o número médio de ciclos por dia?* <b>12 ciclos</b>
Há instrumentos registradores dos parâmetros ao longo do ciclo operacional?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Quais parâmetros são monitorados?* <b>Vácuo, tempo, temperatura, pressão</b>
Como é realizado esse registro?*. Favor informar se há emissão de tickets após o ciclo, se o controle se dá apenas por meio eletrônico ou se o registro é manual, a partir da visualização no visor do equipamento, entre outros aspectos. <b>Através de fita impressa e equipamentos eletromecânicos</b>
São utilizados indicadores químicos para monitoramento do processo de tratamento?*
<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Quais tipos de indicadores químicos são utilizados?*
Qual o fabricante dos indicadores químicos utilizados para monitoramento?*
Qual a frequência de utilização dos indicadores químicos?*
<input type="checkbox"/> A cada ciclo <input type="checkbox"/> Uma vez por dia
<input type="checkbox"/> Duas vezes ou mais por dia <input type="checkbox"/> Semanalmente
<input type="checkbox"/> Quinzenalmente <input type="checkbox"/> Trimestralmente
<input type="checkbox"/> Não se aplica <input type="checkbox"/> Outros: _____
Qual a forma de distribuição dos indicadores químicos na carga dos resíduos?*
São utilizados indicadores biológicos para monitoramento do processo de tratamento?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Qual o fabricante dos indicadores biológicos utilizados para monitoramento?* <b>Mesastrip</b>
Qual o tipo de indicador biológico é utilizado para monitoramento?*. Favor Especificar marca e modelo. Exemplo: 3M - Attest 1292 para vapor. <b>Bacillus stearothermophilus</b>
O fabricante estabelece uma temperatura ótima para utilização dos indicadores biológicos?*
<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, favor informar qual a temperatura ideal indicada pelo fabricante.
Qual a frequência de utilização dos indicadores biológicos?*
<input type="checkbox"/> A cada ciclo <input type="checkbox"/> Um a cada turno

<input type="checkbox"/> Duas vezes ou mais por dia	<input type="checkbox"/> Semanalmente
<input type="checkbox"/> Quinzenalmente	<input checked="" type="checkbox"/> Trimestralmente
<input type="checkbox"/> Não se aplica	<input type="checkbox"/> Outros
<b>Qual a forma de distribuição dos indicadores biológicos na carga?*</b> <b>Embaixo, no meio e em cima do resíduo</b>	
<b>Como os indicadores, tanto biológicos quanto químicos, são recolhidos da carga após tratamento?*</b> <b>Os mesmos são colocados em ampolas e amarrados por barbante, após o tratamento são resgatados pelo barbante para identificação e envio para análise em laboratório</b>	
<b>Para leitura do resultado dos indicadores biológicos, o empreendimento possui incubadora/estufa?*</b>	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Outros: _____
<b>Qual o tempo de leitura dos indicadores biológicos?*</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> 1 a 3 horas	<input type="checkbox"/> 3 a 12 horas
<input type="checkbox"/> 12 a 24 horas	<input type="checkbox"/> 48 horas
<input type="checkbox"/> Outros: _____	
<b>O empreendimento realiza testes laboratoriais como contraprova aos resultados dos indicadores comerciais?*</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Outros: _____
<b>Em caso positivo, qual(is) laboratório(s) é(são) responsável(is) por essas análises? CQA - Centro de Qualidade Analítica</b>	
<b>Em caso positivo, qual a frequência em que essas análises são realizadas? Trimestralmente</b>	
<b>Os RSS são direcionados para trituração?*</b>	
<input type="checkbox"/> Sim, anteriormente ao processo de tratamento	<input checked="" type="checkbox"/> Sim, após o processo de tratamento
<input type="checkbox"/> Sim, o equipamento de autoclavação possui um sistema de trituração interno	
<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Outros: _____	
<b>Em caso positivo, qual é a capacidade de trituração? 22 ton/dia</b>	
<b>Em caso positivo, o triturador possui algum sistema de fechamento para evitar a emissão de spray no momento da trituração?</b>	
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
<input checked="" type="checkbox"/> Em partes	<input type="checkbox"/> Outros: _____
<b>Há dispositivos que facilitam a elevação e descarga dos carrinhos no triturador?*</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
<b>Qual é a forma de destinação dos efluentes provenientes da autoclave?*</b>	
<input type="checkbox"/> Tratados na própria unidade	<input type="checkbox"/> Lançados na rede coletora de esgoto
<input type="checkbox"/> Lançados em corpos d'água	<input checked="" type="checkbox"/> Tratados em empresa terceirizada
<input type="checkbox"/> Outros: _____	

Caso os efluentes sejam tratados, favor descrever a forma de tratamento:
Há algum processo de recirculação do efluente tratado? Favor descrever o procedimento e o uso do efluente recirculado na autoclave, em caso positivo.
São realizadas análises laboratoriais dos efluentes provenientes da autoclave?*
<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a periodicidade desta análise? <b>Apenas quando a empresa terceira que realiza o tratamento solicita</b>
Os RSS após tratamento são armazenados para posterior envio ao local de disposição final?*
<input type="checkbox"/> Sim, há uma área específica no empreendimento para armazenamento temporário dos RSS tratados
<input checked="" type="checkbox"/> Não, assim que os RSS são tratados os mesmos são direcionados ao local de disposição final
<input type="checkbox"/> Outros:
Quem são os responsáveis pelo transporte dos RSS tratados até o local de disposição final?*
<b>Transporte próprio</b>
Qual o local de disposição final dos RSS tratados e qual a empresa responsável?*
<b>Aterro Sanitário Soma Ambiental</b>
O local de disposição final possui licenciamento ambiental? Favor informar o processo de licenciamento, órgão ambiental responsável e validade da licença/AAF.* <b>Processo 08233/2011/007/2014 COPAM/SEMAD Vencimento 09/05/2018</b>
<b>Informações sobre controle e segurança do processo; manutenção e validação do equipamento</b>
O empreendimento possui plano de emergência e contingência?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
A unidade possui alarme de emergência?*
<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
O empreendimento realiza e treinamento de pessoal periodicamente em relação a esses planos, bem como em relação à segurança no trabalho?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Em caso afirmativo, com qual periodicidade é realizado cada treinamento? <b>Anualmente</b>
O empreendimento possui plano de inspeção e manutenção?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Em caso afirmativo, o plano engloba: Favor assinalar quantas opções for necessárias. Caso haja alguma outra opção, favor informar no campo "Outro"

<input checked="" type="checkbox"/> Veículos	<input checked="" type="checkbox"/> Caldeira
<input checked="" type="checkbox"/> Inspeção e manutenção da autoclave	<input type="checkbox"/> Iluminação e alarmes
<input checked="" type="checkbox"/> Outros equipamentos: <b>Manutenção da unidade</b>	
Quais tipos de Equipamentos de Proteção Individual são fornecidos pela empresa?*	
<b>Luva, mascara, botina e óculos</b>	
Quais tipos de Equipamentos de Proteção Coletiva são fornecidos pela empresa?*	
<b>Extintores e sinalizações</b>	
A empresa dispõe de um Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional que contemple, principalmente, um plano de vacinação dos trabalhadores?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Favor citar as principais vacinas que são recomendadas aos trabalhadores.*	
<b>Setor operacional: HIV, hepatite, HPV, entre outras</b>	
Quais as medidas que são tomadas em casos de acidentes de trabalho, principalmente com perfurocortantes?*	
<b>Comunicado ao supervisor operacional e a área de segurança, e direcionamento do trabalhador ao posto médico para abertura de CAT e posterior providências</b>	
O empreendimento possui algum plano de eficiência do equipamento?* Considerando questões relacionadas à quantidade de RSS recebida; questões operacionais e de monitoramento do processo (temperatura, pressão e tempo de duração do ciclo; indicadores que serão utilizados e pontos de inserção dos mesmos) e disposição final dos RSS tratados.	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Há registros de operação do sistema para cada ciclo operacional?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, favor descrever o que contém neste registro: Ex: quantidade de RSS processados no ciclo; temperatura, pressão e tempo do ciclo; registros de incidentes ocorridos durante o ciclo; resultados dos indicadores de monitoramento, entre outros.	
<b>Quantidade de RSS processados, temperatura, pressão, tempo, resultados dos testes de eficiência, entre outros</b>	
Os registradores (manômetros e termopares) são calibrados? Qual a frequência desta calibração?*	
<b>Não se aplica</b>	
Em caso positivo, qual período mínimo que esses registros ficam armazenados no empreendimento?	
Qual a frequência de manutenção dos componentes essenciais da autoclave?* Entende-se por esses componentes essenciais: filtros de descarga da câmara; válvulas pneumáticas; bomba de vácuo; gerador; compressor de ar; válvulas de segurança e válvulas de retenção, entre outros.	
<b>Semestralmente</b>	
Qual empresa é responsável por essa manutenção preventiva?*	
<b>Própria empresa</b>	
A autoclave possui filtro de ar bacteriológico para controle de emissões atmosféricas?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não

Em caso positivo, qual a frequência de troca/manutenção destes filtros? <b>Semestralmente</b>
Há monitoramento das emissões atmosféricas oriundas da chaminé da caldeira?*
<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
O empreendimento possui algum plano/protocolo de validação do processo?* Documento que descreve as atividades a serem realizadas na validação do processo, incluindo o cronograma, responsabilidades e os critérios de aceitação para a aprovação.
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a frequência dessa validação? <b>Anual</b>
Qual empresa responsável pela validação do equipamento?* <b>TG Vapor</b>
Os resultados dessa validação são documentados em relatórios e arquivados?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Quais outras atividades são desenvolvidas no local?*
<input checked="" type="checkbox"/> Transbordo <input type="checkbox"/> Limpeza de frota de veículos
<input type="checkbox"/> Incineração <input type="checkbox"/> Não se aplica
<input type="checkbox"/> Outros: _____
O empreendimento possui plano de encerramento das atividades?*
<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não

## APÊNDICE J

Informações Gerais * Questões de preenchimento obrigatório	
Nome do empreendimento: <b>Empreendimento L</b>	
Endereço:* -	
Telefone:* -	
Nome do responsável pelo preenchimento do questionário:* -	
Cargo do responsável pelo preenchimento do questionário:* -	
Contato do responsável pelo preenchimento do questionário: Gentileza informar E-mail e Telefone.* -	
Informações sobre coleta, transporte e armazenamento dos RSS	
O empreendimento realiza a coleta e transporte dos RSS?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim, coleta, transporte e tratamento	
<input type="checkbox"/> Sim, mas parte também é coletada e transportada por outra empresa privada/pessoa jurídica	
<input type="checkbox"/> Não, a coleta e o transporte até o empreendimento é realizada exclusivamente por empresa terceirizada	
Há controle de recebimento dos RSS?* Considerando a identificação dos geradores, identificação do transportador, pesagem dos RSS, entre outros.	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Em parte	
Em caso positivo, favor descrever abaixo como é realizado o controle de recebimento: <b>Controle por MTR e tíquete de coleta, pesagem em balança interna e lançamento em sistema</b>	
Quanto à área de armazenamento dos RSS:* Favor selecionar quantas opções for necessárias. Caso haja alguma informação específica, favor descrever na opção "Outros".	
<input checked="" type="checkbox"/> A área possui dimensões compatíveis com os RSS armazenados	
<input checked="" type="checkbox"/> A área possui sinalização de segurança, a fim de evitar o acesso de pessoas não autorizadas	
<input checked="" type="checkbox"/> O piso é impermeável e lavável	
<input checked="" type="checkbox"/> O revestimento cerâmico é de cor clara	
<input checked="" type="checkbox"/> A área possui sistema de drenagem	
<input checked="" type="checkbox"/> A área é bem ventilada e possui sistema de segurança adequados	
<input checked="" type="checkbox"/> Os RSS são direcionados para um dispositivo de verificação, a fim de identificar a presença de RSS inadequados ao processo de tratamento (grupos de RSS que não podem ser autoclavados ou outros materiais)	
<input checked="" type="checkbox"/> Os RSS são acondicionados em bombonas/contêineres, separados por grupos (A; E)	
<input checked="" type="checkbox"/> Os RSS são armazenados em baias impermeabilizadas, separados por grupos (A; E)	
<input checked="" type="checkbox"/> Os contêineres/bombonas e/ou as baias são rotulados e identificados, de forma a permitir o reconhecimento imediato dos RSS acondicionados	
<input checked="" type="checkbox"/> A área possui procedimentos que atenuem ou eliminem a emissão de substâncias odoríferas	
<input checked="" type="checkbox"/> A área possui disposição interna de forma a direcionar os RSS para tratamento conforme sua ordem de recebimento	
<input type="checkbox"/> Outros:	
No empreendimento há área específica para higienização dos recipientes de acondicionamento dos RSS?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim, a área possui cobertura, iluminação, impermeabilização e sistema de drenagem	

<input type="checkbox"/> Sim, mas a área não está com todas as condições adequadas
<input type="checkbox"/> Não
O empreendimento possui câmara fria?*
<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a temperatura da câmara fria?
Em caso positivo, quais grupos/sub-grupos de RSS são armazenados na câmara fria e qual o tempo máximo de armazenamento?
<b>Informações sobre o tratamento dos RSS</b>
Qual a quantidade de autoclaves que o empreendimento possui?*
<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> Mais de 2
Qual é o fabricante do equipamento de autoclavação?* <b>Baumer</b>
Qual modelo da(s) autoclave(s)? Favor informar se a autoclave é gravitacional ou pré-vácuo*. <b>MWTS Pré-vácuo</b>
Favor encaminhar o manual da(s) autoclave(s) por e-mail, se possível. Gentileza encaminhar para o e-mail: <a href="mailto:cintia.soaresmatos@gmail.com">cintia.soaresmatos@gmail.com</a>
Quais tipos de ciclos o equipamento contém? * <b>Ciclo básico</b>
Favor descrever quais ciclos o equipamento permite ser programado, exemplo: ciclo básico; bolsas de sangue; etc. -
Quais as dimensões da autoclave?* <b>1500 litros</b>
Qual é a capacidade instalada do empreendimento? * <b>4,5 ton/dia</b>
Qual é a capacidade nominal do equipamento?* <b>5,76 ton/dia</b>
Qual é o regime de operação do equipamento?* <b>1 turno</b>
O equipamento possui sistema para intertravamento? Favor citar os casos em que o sistema interrompe o processo.* Exemplo: temperatura e pressão não alcançados de forma adequada; abertura da porta; falta de energia; bloqueio para alteração de ciclo após início do processo; entre outros. <b>Abertura da porta, falta de energia, temperatura e pressão fora do padrão</b>
O equipamento emite sinal sonoro e/ou visual caso ocorra alguma falha?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Qual é a forma de geração do vapor?*
<input checked="" type="checkbox"/> Caldeira a gás <input type="checkbox"/> Caldeira elétrica <input type="checkbox"/> Outros:

Qual é a fonte de abastecimento de água do empreendimento, tanto para geração de vapor quanto para utilização nas demais etapas do processo?*	
<input type="checkbox"/> Captação subterrânea (poço artesiano) superficial	<input type="checkbox"/> Captação em corpo d'água superficial
<input checked="" type="checkbox"/> Fornecido pela concessionária de água local	<input type="checkbox"/> Outros:
A água utilizada na caldeira passa por algum tipo de pré-tratamento?*	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, favor informar qual tipo de pré-tratamento:	
Quantos carrinhos a autoclave comporta por ciclo e qual a capacidade dos mesmos?*	
<b>Dois carrinhos de 120 kg de capacidade cada</b>	
Qual o material e a forma dos carrinhos da autoclave?*. Favor descrever qual tipo de material dos carrinhos (ex: aço inox) e se possuem furos nas extremidades (laterais e fundo) ou se são totalmente fechados, se possuem fechamento superior ou se são abertos, entre outros aspectos.	
<b>Carrinhos de aço inox com furos nas extremidades</b>	
Os carrinhos onde os RSS são acondicionados para tratamento são revestidos?*. Procedimento em que os operadores inserem algum material na base dos carrinhos (ex: plástico, papel Kraft; entre outros).	
<b>Sim</b>	
Em caso positivo, qual material é usado para revestimento dos carrinhos? <b>Papel Kraft</b>	
Os RSS são acondicionados em embalagens específicas para tratamento em autoclave?*	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Outros: _____
Em caso positivo, qual o fabricante da embalagem? _____	
Qual o material e o tamanho da embalagem utilizada para autoclavação? _____	
A embalagem apresenta alguma especificidade? Por exemplo: furos para facilitar o acesso de vapor, dispositivos de fechamento da embalagem, entre outros. _____	
Qual é a forma de alimentação dos RSS na autoclave?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Manual	<input type="checkbox"/> Mecânica
<input type="checkbox"/> Parte manual e parte mecânica	<input type="checkbox"/> Outros: _____
Favor descrever como é realizada essa alimentação:*. Se a alimentação for mecanizada, gentileza descrever os mecanismos utilizados. Se a alimentação for manual, favor descrever como os operadores realizam o procedimento.	
<b>Os resíduos em seus recipientes são colocados manualmente nos cestos e inseridos no equipamento de autoclave</b>	
Qual a temperatura média de operação da autoclave?*. <b>150°C</b>	
Qual a pressão média de operação da autoclave?*. <b>4 kgf/cm<sup>2</sup></b>	

Qual o tempo médio do processo de tratamento (ciclo completo)?* Favor informar o tempo completo, desde a inserção do resíduo até o resfriamento e retirada. <b>30 minutos</b>
Quais etapas são englobadas no ciclo? Favor citar o tempo médio de cada etapa*. <b>Pré vácuo 2 min - inserção de vapor 5 min - esterilização 15 min - decompressão 5 min - secagem 3 min</b>
Qual o número médio de ciclos por dia?* <b>12 ciclos</b>
Há instrumentos registradores dos parâmetros ao longo do ciclo operacional?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Quais parâmetros são monitorados?* <b>Vácuo, tempo, temperatura, pressão</b>
Como é realizado esse registro?*. Favor informar se há emissão de tickets após o ciclo, se o controle se dá apenas por meio eletrônico ou se o registro é manual, a partir da visualização no visor do equipamento, entre outros aspectos. <b>Através de fita impressa e equipamentos eletromecânicos</b>
São utilizados indicadores químicos para monitoramento do processo de tratamento?*
<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Quais tipos de indicadores químicos são utilizados?*
Qual o fabricante dos indicadores químicos utilizados para monitoramento?*
Qual a frequência de utilização dos indicadores químicos?*
<input type="checkbox"/> A cada ciclo <input type="checkbox"/> Uma vez por dia
<input type="checkbox"/> Duas vezes ou mais por dia <input type="checkbox"/> Semanalmente
<input type="checkbox"/> Quinzenalmente <input type="checkbox"/> Trimestralmente
<input type="checkbox"/> Não se aplica <input type="checkbox"/> Outros: _____
Qual a forma de distribuição dos indicadores químicos na carga dos resíduos?*
São utilizados indicadores biológicos para monitoramento do processo de tratamento?*
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Qual o fabricante dos indicadores biológicos utilizados para monitoramento?* <b>Mesastrip</b>
Qual o tipo de indicador biológico é utilizado para monitoramento?*. Favor Especificar marca e modelo. Exemplo: 3M - Attest 1292 para vapor. <b>Bacillus stearothermophilus</b>
O fabricante estabelece uma temperatura ótima para utilização dos indicadores biológicos?*
<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, favor informar qual a temperatura ideal indicada pelo fabricante.

Qual a frequência de utilização dos indicadores biológicos?*	
<input type="checkbox"/> A cada ciclo	<input type="checkbox"/> Um a cada turno
<input type="checkbox"/> Duas vezes ou mais por dia	<input type="checkbox"/> Semanalmente
<input type="checkbox"/> Quinzenalmente	<input checked="" type="checkbox"/> Trimestralmente
<input type="checkbox"/> Não se aplica	<input type="checkbox"/> Outros
Qual a forma de distribuição dos indicadores biológicos na carga?* <b>Embaixo, no meio e em cima do resíduo</b>	
Como os indicadores, tanto biológicos quanto químicos, são recolhidos da carga após tratamento?*	
<b>Os mesmos são colocados em ampolas e amarrados por barbante, após o tratamento são resgatados pelo barbante para identificação e envio para análise em laboratório</b>	
Para leitura do resultado dos indicadores biológicos, o empreendimento possui incubadora/estufa?*	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Outros: _____
Qual o tempo de leitura dos indicadores biológicos?*	
<input checked="" type="checkbox"/> 1 a 3 horas	<input type="checkbox"/> 3 a 12 horas
<input type="checkbox"/> 12 a 24 horas	<input type="checkbox"/> 48 horas
<input type="checkbox"/> Outros: _____	
O empreendimento realiza testes laboratoriais como contraprova aos resultados dos indicadores comerciais?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Outros: _____
Em caso positivo, qual(is) laboratório(s) é(são) responsável(is) por essas análises? <b>CQA - Centro de Qualidade Analítica</b>	
Em caso positivo, qual a frequência em que essas análises são realizadas? <b>Trimestralmente</b>	
Os RSS são direcionados para trituração?*	
<input type="checkbox"/> Sim, anteriormente ao processo de tratamento	<input checked="" type="checkbox"/> Sim, após o processo de tratamento
<input type="checkbox"/> Sim, o equipamento de autoclavagem possui um sistema de trituração interno	
<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Outros: _____
Em caso positivo, qual é a capacidade de trituração? <b>22 ton/dia</b>	
Em caso positivo, o triturador possui algum sistema de fechamento para evitar a emissão de spray no momento da trituração?	
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
<input checked="" type="checkbox"/> Em partes	<input type="checkbox"/> Outros: _____
Há dispositivos que facilitam a elevação e descarga dos carrinhos no triturador?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Qual é a forma de destinação dos efluentes provenientes da autoclave?*	

<input type="checkbox"/> Tratados na própria unidade	<input checked="" type="checkbox"/> Lançados na rede coletora de esgoto
<input type="checkbox"/> Lançados em corpos d'água	<input type="checkbox"/> Tratados em empresa terceirizada
<input type="checkbox"/> Outros: _____	
Caso os efluentes sejam tratados, favor descrever a forma de tratamento:	
Há algum processo de recirculação do efluente tratado? Favor descrever o procedimento e o uso do efluente recirculado na autoclave, em caso positivo.	
São realizadas análises laboratoriais dos efluentes provenientes da autoclave?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, qual a periodicidade desta análise? <b>Bimestralmente</b>	
Os RSS após tratamento são armazenados para posterior envio ao local de disposição final?*	
<input type="checkbox"/> Sim, há uma área específica no empreendimento para armazenamento temporário dos RSS tratados	
<input checked="" type="checkbox"/> Não, assim que os RSS são tratados os mesmos são direcionados ao local de disposição final	
<input type="checkbox"/> Outros:	
Quem são os responsáveis pelo transporte dos RSS tratados até o local de disposição final?*	
<b>Transporte próprio</b>	
Qual o local de disposição final dos RSS tratados e qual a empresa responsável?*	
<b>Aterro Municipal de Uberlândia - Limpebras Resíduos LTDA</b>	
O local de disposição final possui licenciamento ambiental? Favor informar o processo de licenciamento, órgão ambiental responsável e validade da licença/AAF.* <b>Processo 353/1996/012/2014 COPAM/SEMAD venc: 11/09/2019</b>	
<b>Informações sobre controle e segurança do processo; manutenção e validação do equipamento</b>	
O empreendimento possui plano de emergência e contingência?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
A unidade possui alarme de emergência?*	
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
O empreendimento realiza e treinamento de pessoal periodicamente em relação a esses planos, bem como em relação à segurança no trabalho?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Em caso afirmativo, com qual periodicidade é realizado cada treinamento? <b>Anualmente</b>	
O empreendimento possui plano de inspeção e manutenção?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não

Em caso afirmativo, o plano engloba: Favor assinalar quantas opções for necessárias. Caso haja alguma outra opção, favor informar no campo "Outro"	
<input checked="" type="checkbox"/> Veículos	<input checked="" type="checkbox"/> Caldeira
<input checked="" type="checkbox"/> Inspeção e manutenção da autoclave	<input type="checkbox"/> Iluminação e alarmes
<input checked="" type="checkbox"/> Outros equipamentos: <b>Manutenção da unidade</b>	
Quais tipos de Equipamentos de Proteção Individual são fornecidos pela empresa?*	
<b>Luva, mascara, botina e óculos</b>	
Quais tipos de Equipamentos de Proteção Coletiva são fornecidos pela empresa?*	
<b>Extintores e sinalizações</b>	
A empresa dispõe de um Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional que contemple, principalmente, um plano de vacinação dos trabalhadores?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Favor citar as principais vacinas que são recomendadas aos trabalhadores.*	
<b>Setor operacional: HIV, hepatite, HPV, entre outras</b>	
Quais as medidas que são tomadas em casos de acidentes de trabalho, principalmente com perfurocortantes?*	
<b>Comunicado ao supervisor operacional e a área de segurança, e direcionamento do trabalhador ao posto médico para abertura de CAT e posterior providências</b>	
O empreendimento possui algum plano de eficiência do equipamento?* Considerando questões relacionadas à quantidade de RSS recebida; questões operacionais e de monitoramento do processo (temperatura, pressão e tempo de duração do ciclo; indicadores que serão utilizados e pontos de inserção dos mesmos) e disposição final dos RSS tratados.	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Há registros de operação do sistema para cada ciclo operacional?*	
<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Em caso positivo, favor descrever o que contém neste registro: Ex: quantidade de RSS processados no ciclo; temperatura, pressão e tempo do ciclo; registros de incidentes ocorridos durante o ciclo; resultados dos indicadores de monitoramento, entre outros.	
<b>Quantidade de RSS processados, temperatura, pressão, tempo, resultados dos testes de eficiência, entre outros</b>	
Os registradores (manômetros e termopares) são calibrados? Qual a frequência desta calibração?*	
<b>Não se aplica</b>	
Em caso positivo, qual período mínimo que esses registros ficam armazenados no empreendimento?	
Qual a frequência de manutenção dos componentes essenciais da autoclave?* Entende-se por esses componentes essenciais: filtros de descarga da câmara; válvulas pneumáticas; bomba de vácuo; gerador; compressor de ar; válvulas de segurança e válvulas de retenção, entre outros.	
<b>Semestralmente</b>	
Qual empresa é responsável por essa manutenção preventiva?*	
<b>Própria empresa</b>	

A autoclave possui filtro de ar bacteriológico para controle de emissões atmosféricas?*
( <input checked="" type="checkbox"/> ) Sim ( ) Não
Em caso positivo, qual a frequência de troca/manutenção destes filtros? <b>Semestralmente</b>
Há monitoramento das emissões atmosféricas oriundas da chaminé da caldeira?*
( ) Sim ( <input checked="" type="checkbox"/> ) Não
O empreendimento possui algum plano/protocolo de validação do processo?*. Documento que descreve as atividades a serem realizadas na validação do processo, incluindo o cronograma, responsabilidades e os critérios de aceitação para a aprovação.
( <input checked="" type="checkbox"/> ) Sim ( ) Não
Em caso positivo, qual a frequência dessa validação? <b>Anual</b>
Qual empresa responsável pela validação do equipamento?*. <b>TG Vapor</b>
Os resultados dessa validação são documentados em relatórios e arquivados?*
( <input checked="" type="checkbox"/> ) Sim ( ) Não
Quais outras atividades são desenvolvidas no local?*
( <input checked="" type="checkbox"/> ) Transbordo ( ) Limpeza de frota de veículos
( ) Incineração ( ) Não se aplica
( ) Outros: _____
O empreendimento possui plano de encerramento das atividades?*
( <input checked="" type="checkbox"/> ) Sim ( ) Não