



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**CENTRO TECNOLÓGICO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO**  
**SUSTENTÁVEL**

**RENATA ESTEVAM**

**ESTRATÉGIAS PARA DEFINIÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS EM ÁREAS**  
**DEGRADADAS PELA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS**  
**URBANOS**

VITÓRIA  
2019

RENATA ESTEVAM

**ESTRATÉGIAS PARA DEFINIÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS EM ÁREAS  
DEGRADADAS PELA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
URBANOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial à obtenção de grau de Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável.

Orientador: Prof. Dr. Renato Ribeiro Siman.  
Coorientadora: Dra. Luciana Harue Yamane.

VITÓRIA - ES

2019

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas  
- SIBI/UFES e elaborada pelo autor

---

E79e      Estevam, Renata, 1993-  
Estratégias para Definição de Medidas Mitigadoras em Áreas  
Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos  
Urbanos / Renata Estevam. - 2019.  
224 f. : il.

Orientador: Renato Ribeiro Siman

Coorientador: Luciana Harue Yamane.

Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia e  
Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal do Espírito  
Santo, Centro Tecnológico.

I. Ribeiro Siman, Renato. II. Harue Yamane, Luciana. III.  
Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. IV.  
Título.

CDU: 628

---

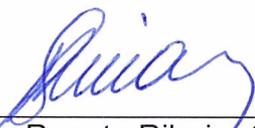
**RENATA ESTEVAM**

**ESTRATÉGIAS PARA DEFINIÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS EM  
ÁREAS DEGRADADAS PELA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE  
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável (Modalidade Profissional) da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável na área de concentração em Saneamento Ambiental e Saúde Pública.

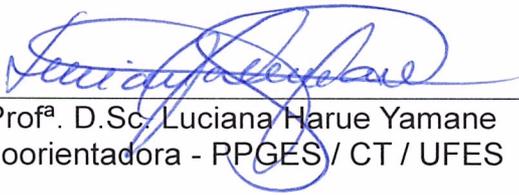
Aprovada em 18 de novembro 2019.

**COMISSÃO EXAMINADORA**



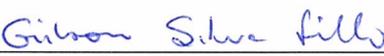
---

Prof. D.Sc. Renato Ribeiro Siman  
Orientador - PPGES / CT / UFES



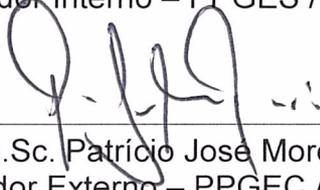
---

Profª. D.Sc. Luciana Harue Yamane  
Coorientadora - PPGES / CT / UFES



---

Prof. D.Sc. Gilson Silva Filho  
Examinador Interno – PPGES / CT / UFES



---

Prof. D.Sc. Patrício José Moreira Pires  
Examinador Externo – PPGEC / CT / UFES

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus e a toda minha família que me ofereceu apoio nesta jornada de dois (2) anos. Especialmente meus pais e avós, os quais sempre acreditaram no meu potencial e me incentivaram em continuar nesta carreira acadêmica.

Também gostaria de agradecer ao meu orientador, o professor Renato Ribeiro Siman, o qual dedicou boa parte de seu tempo e atenção para que fosse possível fechar um produto final. Demonstrou enorme paciência ao decorrer desta jornada, por este motivo faço indicações com esmero à demais alunos que tem como objetivo realizar pesquisas acadêmicas na área de resíduos sólidos.

A Universidade, pela oportunidade e aos professores do colegiado, por todos os ensinamentos e experiências partilhadas ao longo desta jornada acadêmica. Em especial a minha coorientadora professora Luciana Harue Yamane e ao professor Gilson Silva Filho aos quais abdicaram do seu tempo para colaborar e melhorar a qualidade do trabalho.

Por fim, agradeço aos meus colegas de convívio do Laboratório de Gestão do Saneamento Ambiental (LAGESA), por todo companheirismo mantido nestes dois (2) anos de mestrado, onde diversos materiais foram compartilhados e experiências fazendo-se fundamentais ao desenvolvimento desta pesquisa.

*Que todos os nossos esforços  
estejam sempre focados no desafio  
à impossibilidade. Todas as grandes  
conquistas humanas vieram daquilo  
que parecia impossível*

(Charles Chaplin)

## RESUMO

Os obstáculos da mitigação de áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos são a ausência de informações sobre os aspectos ambientais causadores da degradação ambiental e a carência de critérios bem definidos que avaliem as condições a que estas áreas estão susceptíveis dificultando a mitigação tecnicamente e ambientalmente viável. A partir da identificação desta lacuna, o presente trabalho propôs uma avaliação criteriosa dos diagnósticos das áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no estado do Espírito Santo, além da seleção de critérios e/ou aspectos ambientais relevantes para a classificação das condições ambientais utilizando para tanto, um *checklist* e ponderando os resultados por intermédio do Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR) e, a partir destas informações, propor estratégias de mitigação. A metodologia de pesquisa envolveu pesquisa bibliográfica e documental, bem como aplicação de questionários *in loco*. A análise dos diagnósticos indicou que o Espírito Santo possui 192 áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos, onde 135 destas são respectivas a “lixões” desativados e apenas 59 encontram-se em *status* de recuperação, sendo que, em 100% das áreas não foram verificados portaria, monitoramento e vigilância, compactação dos resíduos, drenagem e tratamento do lixiviado, monitoramento de águas subterrâneas, monitoramento geotécnico, e restrições legais ao uso do solo. A partir dessa análise, tais critérios demandaram às maiores frequências de proposições de estratégias (448 citações), sendo destacados como prioritários à mitigação, pois a execução das estratégias sugeridas mitigaria 48% dos impactos ambientais verificados. Como ponto altamente positivo, foi verificado que quatro (4) áreas já se encontram 100% aptas à implementação de aterros sanitários, desta forma, beneficiando os municípios com a redução de custos a longo prazo e a autonomia na gestão dos resíduos sólidos. Adicionalmente, a adoção dos critérios ambientais levantados permitiu a classificação das condições ambientais de diversas áreas simultaneamente, permitindo que as estratégias de mitigação possam ser executadas conjuntamente, potencializando assim, a regularização de áreas em *status* de degradação ambiental avançado.

**Palavras-chave:** Áreas degradadas. Resíduos sólidos urbanos. Critérios ambientais. Medidas mitigadoras.

## ABSTRACT

Obstacles to mitigate degraded areas through the inadequate disposal of solid waste are: the lack of information on the environmental aspects that cause environmental degradation and; the lack of well-defined criteria to assess the conditions to which these areas are susceptible. These obstacles hinder technically and environmentally viable mitigation. By identifying this gap, this study work proposed a careful evaluation of the diagnoses of degraded areas due to inadequate disposal of municipal solid waste in Espírito Santo state, Brazil. Also, a selection of criteria/environmental aspects relevant for the classification of environmental conditions was performed. Therefore mitigation strategies were proposed, using a checklist and weighting the results through the Landfill Quality Index (LQI). The research methodology involved bibliographic, documentary research, and the application of questionnaires in loco. The results indicate that Espírito Santo has 192 areas degraded by inadequate disposal solid waste. Of these, 135 are due to deactivated “dumps”, of which, only 59 are in recovery status. In 100% of the areas, ordinance, monitoring and surveillance, waste compaction, leachate drainage and treatment, groundwater monitoring, geotechnical monitoring, and legal restrictions on land use were not verified. From this analysis, such criteria demanded the highest frequency of strategy propositions (448 citations), being highlighted as a priority to mitigation. So, the implementation of the suggested strategies would mitigate 48% of the verified environmental impacts. As a highly positive point, four areas are already 100% able to implement landfills, benefiting municipalities with long-term cost savings and autonomy in solid waste management. Additionally, the adoption of the raised environmental criteria allows the classification of the environmental conditions of several areas simultaneously. This permits the jointly implementation of mitigation strategies, enhancing the regularization of areas in advanced environmental degradation status.

**Keywords:** Degraded areas. Municipal waste. Environmental criteria. Mitigation measures.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Identificação das áreas degradadas por disposição inadequada de resíduos no Espírito Santo.....	77
Figura 2: Classificação das áreas degradadas por disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no Espírito Santo.....	90
Figura 3: Distribuição das áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no Espírito Santo por classificação .....	91
Figura 4: Quantitativo percentual das 192 ADDIRSU em m <sup>2</sup> de extensão .....	92
Figura 5: Tipos de resíduos sólidos dispostos nas 192 áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no estado do Espírito Santo <sup>2</sup> ..	93
Figura 6: <i>Status</i> da situação de uso das áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no estado do Espírito Santo.....	94
Figura 7: Informações sobre presença ou ausência de catadores de materiais recicláveis em áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no Estado do Espírito Santo.....	95
Figura 8: Tempo de utilização das áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos em anos no Espírito Santo. ....	96
Figura 9: Usuários das áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no Espírito Santo.....	98
Figura 10: Pontos de captação de água próximas ao entorno (distância menor que 1000 metros) de Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos no estado do Espírito Santo.....	100
Figura 11: Quantitativo de municípios que possuem contrato de prestação de serviços de destinação final de resíduos sólidos urbanos.....	102
Figura 12: Municípios que possuem placa informativa restringindo a entrada na área degradada pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos. ....	103
Figura 13: Quantitativo de municípios que instalaram cercamento, guarita e cancela nas áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos..	104
Figura 14: Quantitativo de municípios capixabas que implantaram sistemas de drenagem superficial nas áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos. ....	105
Figura 15: Municípios com instalação de sistema de drenagem de gases nas áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos. ....	106

Figura 16: Municípios que proibiram a fixação moradias temporárias ou permanentes nas áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos .	107
Figura 17: Valores do IQR para as ADDIRSU agrupados em três faixas de valores. .....	121
Figura 18: Condições inadequadas apontadas pela avaliação dos critérios pertinentes as áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no Espírito Santo. ....	127
Figura 19: Análise de frequência das medidas mitigadoras citadas dentre as 32 ADDIRSU no estado do Espírito Santo.....	130

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Relação do tipo de solo com suas respectivas propriedades.....	40
Quadro 2: Classificação dos solos de acordo com o coeficiente de permeabilidade	41
Quadro 3: Critérios de avaliação elencados para verificar condições ambientais em áreas destinadas à disposição final de Resíduos Sólidos Urbanos (continua). ....	53
Quadro 4: Medidas mitigadoras do meio físico que podem ser implementadas em áreas de disposição irregular de resíduos sólidos urbanos.....	58
Quadro 5: Espécies fitorremediadoras recomendadas para tratamento de áreas com disposição irregular de resíduos sólidos urbanos.....	60
Quadro 6: Medidas mitigadoras para adequação de áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos pela técnica de aterro sanitário. ....	68
Quadro 7: Objetivos geral e específicos e respectivas ferramentas metodológicas utilizadas. ....	69
Quadro 8: Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos aplicado em ADDIRSU no estado de São Paulo – Brasil (continua). ....	71
Quadro 9: Compilação dos estudos que aplicaram o Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos para ponderar condições ambientais em áreas destinadas à disposição final de RSU. ....	75
Quadro 10: Quantitativo de áreas degradadas pela disposição de resíduos sólidos urbanos no estado do Espírito Santo até dezembro de 2018 por município. ....	78
Quadro 11: Informações coletadas no PERS-ES para caracterização das ADDIRSU no estado do Espírito Santo. ....	80
Quadro 12: Quesitos analisados nos TCAs para determinação da condição atual das ADDIRSU. ....	81
Quadro 13: Total máximo das condições (com recebimento e sem recebimento de resíduos industriais) do IQR.....	86
Quadro 14: Condição de cálculo do IQR sem recebimento e com recebimento de resíduos industriais .....	86
Quadro 15: Aspectos e critérios ambientais utilizados para caracterizar poluição em Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos (ADDIRSU) <sup>1</sup> (continua).....	109

Quadro 16: Problemas de saúde identificados em catadores de materiais recicláveis .....	114
Quadro 17: Medidas mitigadoras estratégicas para cada aspecto das áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no Espírito Santo (continua). .....	116
Quadro 18: Análise por faixa de IQR dos critérios estabelecidos pelas técnicas mitigadoras de áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos (continua).....	123
Quadro 19: Valores encontrados nos subtotais em relação as condições ambientais das 32 áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no Espírito Santo. ....	126
Quadro 20: Aspectos ambientais levantados dentre as ADDIRSU constantes no PRADs (continua).....	155
Quadro 21: Levantamento de aspectos ambientais referentes ao meio físico e biótico das ADDIRSU constantes nos PRADs (continua) .....	158
Quadro 22: Outras informações importantes, levantamento de impactos e medidas mitigadoras constantes nas ADDIRSU constantes nos PRADs (continua).....	163
Quadro 23: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Dores do Rio Preto (continua) .....	169
Quadro 24: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Governador Lindenberg e Ibatiba (continua) .....	171
Quadro 25: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Ibitirama (continua).....	173
Quadro 26: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Jaguaré (continua).....	175
Quadro 27: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Jerônimo Monteiro (Áreas 1, 2 e 3) (continua) .....	177
Quadro 28: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Jerônimo Monteiro (Áreas 4 e 5) (continua) .....	179
Quadro 29: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Laranja da Terra (continua) .....	181
Quadro 30: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Mantenópolis (Áreas 1 e 2) (continua).....	183

Quadro 31: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Mantenópolis (Áreas 3 e 4) (continua) .....	185
Quadro 32: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Mantenópolis (Áreas 5, 6 e 7) (continua) .....	187
Quadro 33: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Marechal Floriano (continua) .....	189
Quadro 34: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Mimoso do Sul (continua) .....	191
Quadro 35: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Pancas, Rio Novo do Sul e Santa Maria de Jetibá (continua) .....	193
Quadro 36: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – São Roque do Canaã (continua).....	195
Quadro 37: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Venda Nova do Imigrante (continua).....	197
Quadro 38: Agrupamento de características comuns das ADDIRSU para apontamento das médias dentre os subtotais (continua).....	199
Quadro 39: Agrupamento das ADDIRSU e dos critérios de avaliação entre as faixas de IQR entre 0 a 3 (continua) .....	201
Quadro 40: Agrupamento das ADDIRSU e dos critérios de avaliação entre as faixas de IQR entre 3 a 5 (continua).....	203
Quadro 41: Agrupamento das ADDIRSU e dos critérios de avaliação entre as faixas de IQR entre 5 a 7 (continua).....	205
Quadro 42: Informações tabuladas para análise e diagnóstico sobre ADDIRSU no estado do Espírito Santo (continua) .....	209

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quantitativo de municípios por tipo de disposição final de RSU adotada em 2017. ....	38
Tabela 2: Valores referência para qualidade dos solos de acordo com a Resolução CONAMA n°420/2009. ....	42
Tabela 3: Resultados da análise química do solo coletado na área do antigo “lixão” de Espírito Santo do Pinhal/SP em abril de 2004.....	43
Tabela 4: Valores de referência para as características físico-químicas das águas. ....	44
Tabela 5: Parâmetros microbiológicos da água coletada na área do antigo “lixão” de Espírito Santo do Pinhal/SP em abril de 2004.....	45
Tabela 6: Súmula das informações necessárias para determinação do Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (continua).....	85

## **LISTA DE SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

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

ADDIRSU – Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos

AMUNES – Associação dos Municípios do estado do Espírito Santo

CMR – Catadores de Materiais Recicláveis

IEMA – Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

IQR – Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos e de Qualidade de Aterros de Resíduos

PERS-ES – Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Espírito Santo

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

REE – Resíduo de Equipamento Eletroeletrônico

RI – Resíduo Industrial

RSPS – Resíduos de Serviços Públicos de Saneamento

RSS – Resíduos de Serviço de Saúde

RSU -Resíduos Sólidos Urbanos

TCA - Termo de Compromisso Ambiental

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>33</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>36</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	36
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	36
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>37</b>
3.1 ÁREAS DEGRADADAS PELA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	37
3.2 ASPECTOS AMBIENTAIS RELACIONADOS AS ÁREAS DEGRADADAS PELA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS .....	39
3.2.1 <i>Poluição do solo.....</i>	<i>39</i>
3.2.2 <i>Poluição da água .....</i>	<i>43</i>
3.2.3 <i>Poluição do ar.....</i>	<i>46</i>
3.2.4 <i>Impactos na fauna e flora.....</i>	<i>48</i>
3.2.5 <i>Presença de catadores e impactos na saúde pública.....</i>	<i>49</i>
3.3 ENQUADRAMENTO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS .....	51
3.4 MEDIDAS MITIGADORAS DE IMPACTOS NOS MEIOS BIÓTICO, FÍSICO E SOCIOECONÔMICO .....	56
3.4.1 <i>Tipos de medidas mitigadoras .....</i>	<i>56</i>
3.4.2 <i>Medidas mitigadoras implementadas no meio físico.....</i>	<i>58</i>
3.4.3 <i>Medidas mitigadoras implementadas no meio biótico.....</i>	<i>62</i>
3.4.4 <i>Medidas mitigadoras dos impactos socioeconômicos .....</i>	<i>63</i>
3.4.5 <i>Principais técnicas aplicadas em áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos .....</i>	<i>64</i>
<b>4 METODOLOGIA .....</b>	<b>69</b>
4.1 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA .....	69
4.2 REFERENCIAL METODOLÓGICO.....	69
4.2.1 <i>Pesquisa bibliográfica e documental.....</i>	<i>70</i>
4.2.2 <i>Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR).....</i>	<i>70</i>
4.3 ÁREA DE ESTUDO .....	76

4.4 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL .....	79
4.4.1 <i>Estágio I – Diagnosticar as áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no estado do Espírito Santo .....</i>	79
4.4.2 <i>Estágio II – Selecionar aspectos, critérios e medidas mitigadoras estratégicas para as áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no estado do Espírito Santo.....</i>	81
4.4.3 <i>Estágio III – Enquadrar as Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos com aplicação do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos.....</i>	83
4.4.4 <i>Estágio IV – Avaliar a distribuição dos critérios ambientais e medidas mitigadoras para a área de estudo .....</i>	87
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>89</b>
5.1 DIAGNÓSTICO DAS ÁREAS DEGRADADAS PELA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO.....	89
5.1.1 <i>Caracterização das áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no estado do Espírito Santo .....</i>	89
5.1.2 <i>Condição atual das áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no estado do Espírito Santo .....</i>	101
5.2 SELEÇÃO DE ASPECTOS, CRITÉRIOS E MEDIDAS MITIGADORAS PARA MITIGAR ADDIRSU.....	108
5.3 ENQUADRAMENTO DAS ÁREAS DEGRADADAS PELA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS COM APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERRO DE RESÍDUOS .....	120
5.4 AVALIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DOS CRITÉRIOS AMBIENTAIS E MEDIDAS MITIGADORAS PARA A ÁREA DE ESTUDO .....	126
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>139</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>143</b>
<b>APÊNDICE A – ANÁLISE DOCUMENTAL DOS PRADS .....</b>	<b>155</b>
<b>APÊNDICE B – CLASSIFICAÇÃO DAS ADDIRSU PELO IQR .....</b>	<b>169</b>
<b>APÊNDICE C1 – AGRUPAMENTO DE CARACTERÍSTICAS COMUNS DE ADDIRSU .....</b>	<b>199</b>

<b>APÊNDICE C2 – AGRUPAMENTO DE CARACTÉRISTICAS COMUNS DE ADDIRSU DE 0 A 3 .....</b>	<b>201</b>
<b>APÊNDICE C3 – AGRUPAMENTO DE CARACTÉRISTICAS COMUNS DE ADDIRSU DE 3 A 5 .....</b>	<b>203</b>
<b>APÊNDICE C4 – AGRUPAMENTO DE CARACTÉRISTICAS COMUNS DE ADDIRSU DE 5 A 7 .....</b>	<b>205</b>
<b>ANEXO A – QUESTIONÁRIO APLICADO NAS PREFEITURAS MUNICIPAIS PARA CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS PELA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS .....</b>	<b>207</b>
<b>ANEXO B – DIAGNÓSTICO SOBRE ÁREAS DEGRADADAS POR RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. ....</b>	<b>209</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Pela Instrução Normativa nº 04/2011 do IBAMA, entende-se como área degradada aquela que está “impossibilitada de retornar por uma trajetória natural, a um ecossistema que se assemelhe a um estado conhecido antes, ou para outro estado que poderia ser esperado” (IBAMA, 2011, pág.3). Portanto, entende-se para este trabalho que Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos (ADDIRSU) são aquelas que em determinado intervalo de tempo receberam a disposição de resíduos sólidos sem a correta preparação do local acarretando na degradação ambiental do local.

O descarte irregular dos resíduos sólidos urbanos em áreas desprotegidas ocorre em virtude de diversos motivos, dentre eles, os custos demandados para uma gestão sustentável dos resíduos sólidos e a descontinuidade administrativa nos órgãos municipais tornando comum a existência de “lixões” e aterros ilícitos (SCARLAT *et al.*, 2015; KUMAR *et al.*, 2017).

Segundo Thomé *et al.* (2018), no Brasil foram identificadas 5.942 áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos, o que segundo Ye & Xio (2019), desperta o interesse econômico do mercado da remediação ambiental. Os autores realizaram um levantamento sobre os custos associados à mitigação de áreas contaminadas em diferentes países estimando que na China serão gastos US\$101.6 bilhões, enquanto nos Estados Unidos serão necessários investimentos de US\$294 bilhões até 2033, e ainda que na Europa são gastos atualmente US\$6,7 bilhões anualmente.

Apesar do potencial econômico supracitado e da evidente importância ambiental, a mitigação de áreas degradadas também se faz necessária devido às imposições legais. Por exemplo, no estado do Espírito Santo, a Lei Estadual nº 9.264/2009, que instituiu a Política Estadual de Resíduos Sólidos, determinou um prazo de dois anos para desativação de “lixões” e aterros controlados (ESPÍRITO SANTO, 2009).

Com abrangência nacional, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), implementada no ano seguinte por meio da Lei 12.305/2010, em seu Art. 54, determinou que a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos deveria ser implantada até 2014 (BRASIL, 2010, pág.5).

Finalizado o prazo imposto pela lei estadual e em cumprimento ao disposto na PNRS, a Associação dos Municípios do estado do Espírito Santo (Amunes), no ano de 2013, realizou no Estado um amplo debate sobre as ADDIRSU que estavam sendo utilizadas como “lixões” e aterros controlados. A partir desta discussão foram assinados 76 Termos de Compromisso Ambiental (TCAs) entre as Prefeituras de 78 municípios e o Ministério Público do Espírito Santo (MPES) com o objetivo de erradicar as ADDIRSU por meio do programa “ES sem lixão” (AMUNES, 2018).

Entretanto, mesmo após as iniciativas governamentais e das responsabilidades impostas pelos TCAs, ainda existem no Espírito Santo, ADDIRSU sem apresentação dos Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), elementos exigidos nos TCAs assinados, fato esse retratado no Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Espírito Santo (PERS-ES), aprovado através da Resolução Consema nº 004, de 16 de julho de 2019 (PERS-ES, 2019).

No diagnóstico reportado no PERS-ES, em 2018, identificou-se que 14% dos municípios capixabas realizam a disposição final dos resíduos sólidos urbanos (RSU) de forma irregular destinando para “lixões” e/ou aterros controlados. A situação estadual não difere da realidade brasileira, que segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), 41,6 % dos estados brasileiros ainda encaminham os RSU para locais irregulares (ABRELPE, 2018).

Algumas limitações dificultam a avaliação da condição ambiental das ADDIRSU, podendo-se destacar as informações deficientes disponíveis por meio de consulta no sítio eletrônico da Amunes, tais como, registros de diagnósticos da área, regularização fundiárias, bem como, quais medidas estão sendo adotadas para encerramento destas atividades (AMUNES, 2018; PERS/ES, 2019).

Conforme informações contidas nos processos de recuperação de áreas degradadas nos municípios, contidos nos processos do lema, evidencia-se que as ADDIRSU no Estado necessitam ser mitigadas. Percebe-se diversos aspectos ambientais apontados, sendo estes de caráter técnico, ambiental, operacional, econômico, social, dentre outros. Dessa forma, caso os aspectos não sejam mitigados, essas áreas tornam-se suscetíveis a contaminação das águas (superficiais e subterrâneas), do solo e ar, a propagação de incêndios e explosões, além de impactos visuais, conforme destacado por Alberte, Carneiro & Kan (2005).

A mitigação das ADDIRSU é realizada por meio da priorização de critérios ambientais, e segundo o Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), tais critérios devem ser levantados a partir de um diagnóstico ambiental detalhado. Os critérios têm como principal objetivo a avaliação das condições ambientais, e conseqüentemente, subsidiam a tomada de decisão a partir de estratégias que contornam os entraves de mitigação voltadas à regularização e readequação ambiental (CEMPRE, 2010). Salienta-se que, para contornar os entraves de maneira eficaz, o diagnóstico das ADDIRSU tem que apresentar os custos demandados, e a complexidade da recuperação depende essencialmente do nível da degradação ambiental (FEAM, 2010).

Diante do exposto, a lacuna de pesquisa identificada foi a dificuldade de regularização das ADDIRSU que o governo do Espírito Santo encontra em função dos diagnósticos ambientais desatualizados e da ausência de informações criteriosas para avaliação da condição ambiental, dificultando a tomada de decisão e seleção de estratégias que superem os entraves de mitigação de maneira viável.

Desta forma, esta pesquisa visou a realização de um diagnóstico das ADDIRSU localizadas no estado do Espírito Santo, e por meio da seleção de aspectos e critérios ambientais e das medidas mitigadoras pertinentes enquadrar as ADDIRSU, para por fim avaliar a distribuição dos critérios ambientais e medidas mitigadoras voltadas à área de estudo. A finalidade principal é que estas estratégias possam ser aderidas pelas Prefeituras municipais viabilizando a regularização e mitigação das condições inadequadas encontradas nas ADDIRSU declaradas no Estado, destacando que a solução se encontra mais próxima da realidade, haja visto que as estratégias hierarquizadas possibilitam a tomada de decisão em conjunto e otimizam os resultados em curto, médio e a longo prazo

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Validação de metodologia para descrição de aspectos e critérios ambientais (econômicos, sociais, legais e técnicos) úteis na seleção de medidas mitigadoras de áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar as áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no Espírito Santo;
- Selecionar aspectos, critérios e medidas mitigadoras para áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos;
- Enquadrar as áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no Espírito Santo com aplicação do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR);
- Avaliar a distribuição dos critérios ambientais e medidas mitigadoras na área de estudo.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 ÁREAS DEGRADADAS PELA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) são gerados numa taxa crescente em função do crescimento populacional aliado ao consumismo. Segundo panorama levantado por Kawai & Tasaki (2016), os países desenvolvidos são responsáveis por 40% da geração de resíduos sólidos urbanos, seguidos de 37% para os países em desenvolvimento, e 23% para os países subdesenvolvidos. No Brasil, a geração média diária é de 3,0 Mt.dia<sup>-1</sup> (DAS, *et al.*, 2019).

O gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, quando realizado seguindo as premissas da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), envolve as etapas de coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final dos rejeitos. Os rejeitos devem ser encaminhados a aterros sanitários, quando esgotadas as possibilidades de tratamento dos resíduos sólidos urbanos, como a reciclagem e a reutilização, dentre outras (BRASIL, 2010).

Scarlat *et al.* (2015), Kolekar *et al.* (2017) e Yilmaz & Abdulvahitoglu (2019) apontam, de forma lógica, que quanto maior a geração de RSU, maior serão os custos necessários para destinação e disposição final, sendo que o custo da gestão de resíduos sólidos urbanos é um dos maiores custos pleiteados pelos serviços públicos devido à sua complexidade e potenciais danos ambientais.

Na prática, o que se observa é que os aterros sanitários recebem além do rejeito, resíduos sólidos com potencial reciclável, porém contaminados, devido à problemas na gestão e no gerenciamento enfrentados pelas municipalidades e/ou titulares do serviço de manejo de RSU. Tal fato contribui significativamente com a redução da vida útil dos aterros sanitários.

Quando não são encaminhados pelo sistema de coleta municipal, convencional ou seletiva, a disposição irregular dos RSU em áreas inadequadas para tal fim como “lixões” e aterros controlados, apesar de ser legalmente proibida, ainda acontece em todo o território brasileiro, caracterizando o que se considera no presente trabalho como áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos (ADDIRSU). Esta definição torna-se importante, pois a degradação ambiental pode

ocorrer em virtude de diferentes atividades e/ou agentes, como por exemplo, pecuária, agricultura, mineração, obras, incêndios, eventos estocásticos, dentre outras.

Conforme divulgado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), em 2017, foram dispostos 35.368 t.dia<sup>-1</sup> de RSU em “lixões”, 44.881 t.dia<sup>-1</sup> em aterros controlados e 115.801 t.dia<sup>-1</sup> em aterros sanitários (ABRELPE, 2018). A Tabela 1 apresenta a quantidade de municípios por região e o tipo de disposição final de RSU adotada em 2017.

Tabela 1: Quantitativo de municípios por tipo de disposição final de RSU adotada em 2017.

DISPOSIÇÃO FINAL	Regiões do Brasil					
	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	Brasil
Aterro Sanitário	90	449	159	817	703	2218
Aterro Controlado	108	484	159	634	357	1742
“lixão”	252	861	149	217	131	1610
<b>BRASIL</b>	<b>450</b>	<b>1.794</b>	<b>467</b>	<b>1.668</b>	<b>1.191</b>	<b>5.570</b>

Fonte: Abrelpe (2018).

Na Tabela 1 observa-se a existência de municípios brasileiros com modelos de disposição irregular de RSU em todas as regiões do país. Das *et al.* (2019) reportam que países em desenvolvimento tendem a resistir com modelos de disposição inadequada de RSU como aterros controlados e “lixões”.

Joseph *et al.* (2004) e Bisordi *et al.* (2004) apontam que  $\frac{3}{4}$  dos países e territórios em todo mundo ainda apresentam cenários de disposição inadequada de RSU. Law e Ross (2019) identificaram os 50 maiores “lixão” do mundo, presentes inclusive em países desenvolvidos, no entanto, existem iniciativas para o fechamento desses locais, pois 38 estão afetando diretamente áreas marinhas, costeiras e influenciando na saúde da população.

Além disso, o estudo de Law & Ross (2019) apresenta dados publicados pela *International Solid Waste Association* (ISWA) de três casos bem-sucedidos de fechamento de ADDIRSU, sendo o maior “lixão” de Brasília, o aterro de Rautenweg, em Viena na Áustria, e o aterro de Hiriya, Tel-Aviv, Israel. No Espírito Santo, conforme levantado no Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS/ES, 2019) ainda existem 11 “lixões” ativos e 13 aterros controlados.

As implicações envolvendo estas áreas degradadas pela disposição inadequada de RSU vão além das questões gerenciais, pois envolvem também aspectos políticos,

legais, sociais, econômicos, técnicos e operacionais, mas em especial, os aspectos ambientais, o que será discutido a seguir.

### 3.2 ASPECTOS AMBIENTAIS RELACIONADOS AS ÁREAS DEGRADADAS PELA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Conforme conceito da série ISO 14.000 (ABNT, 1993), a poluição é causada pelo aspecto ambiental, de modo que os impactos evidenciados em áreas destinadas para disposição final de resíduos sólidos são uma consequência advinda das atividades humanas, e não uma causa. A série define ainda que impacto e aspecto possuem diferenciações entre si, sendo que impacto é a alteração da qualidade ambiental e manifesta-se nos compartimentos como solo, água, ar, fauna, flora e aspectos sócio-econômicos; e os aspectos ambientais são as causas.

Os aspectos ambientais relacionados a degradabilidade das áreas com disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos estão associados ao meio físico (poluição do solo, do ar e da água), além dos impactos na fauna e flora.

#### 3.2.1 Poluição do solo

O primeiro aspecto ambiental observado com relação a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos é a poluição do solo, já que o mesmo não recebe nenhuma proteção antes devido à falta de planejamento. A poluição do solo é observada em áreas em que os aspectos ambientais possibilitaram a contaminação. Os solos são vulneráveis à contaminação devido às susceptibilidades de suas propriedades físicas e químicas como porosidade, permeabilidade, resistência à penetração, potencial hidrogeniônico (pH), além do tipo de solo (LOGICAMBIENTAL, 2019).

Reinert & Reichert (2006) descreveram as especificidades em relação as propriedades físicas dos diferentes tipos de solos no Brasil, que possuem predominantemente forma esférica e composição mineralógica de quartzo. Os autores salientam que esses tipos de solos são constituídos de partículas de argila de formato laminar que são compostas por minerais do tipo caulinita, illita, montmorilonita e óxidos como ferro e alumínio, sendo características essenciais para o manejo em áreas de disposição final de RSU, pois existem algumas orientações em relação ao uso dos solos. Uma delas é a obrigatoriedade de os solos em questão possuírem alta

concentração de argila, visto que os teores de argila são capazes de interferir negativamente ou positivamente na compactação, permeabilidade, erosão, drenagem, retenção de água, aeração e consistência dos solos (REINERT & REICHERT, 2006).

O Quadro 1 sumariza as vantagens da utilização de solos argilosos em relação aos solos arenosos em áreas de recebimento de RSU.

Quadro 1: Relação do tipo de solo com suas respectivas propriedades.

<b>Solos arenosos</b>	<b>Solos argilosos</b>
Menor porosidade do solo	Maior porosidade do solo
Menor micro e maior macroporosidade	Maior micro e menor macroporosidade
Boa drenagem e aeração	Drenagem lenta e pouco arejado (se pouco)
Menor densidade do solo	Maior densidade do solo
Aquece rápido	Aquece lentamente
Resiste à compactação	Maior susceptibilidade à compactação
Baixa Capacidade de Troca Catiônica	Maior Capacidade de Troca Catiônica
Mais permeável	Menos permeável
Maior erosão	Mais resistente à erosão
Coesão baixa, friável	Coesão elevada, firme
Consistência friável quando úmido	Consistência plástica e pegajosa quando úmido
Fácil preparo mecânico	Mais resistente ao preparo (pesado)
Matéria orgânica baixa e rápida decomposição	Matéria orgânica média a alta e menor taxa de decomposição

Fonte: Reinert & Reichert (2006).

A intensidade da poluição do solo é dependente, além das propriedades do tipo de solo apresentadas no Quadro 1, conforme Morais (2005), de fatores que influenciam a dispersão dos contaminantes no solo, tais como granulometria, umidade, estágio de decomposição, pré-tratamento, e condições do meio físico como geologia, regime pluviométrico e clima.

As características do local de disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos apresentam ainda variáveis relacionadas com aspectos construtivos, balanço hídrico, grau de compactação, propriedades do terreno, e processos internos como hidrólise, adsorção, biodegradação, especiação, dissolução, redução, troca iônica, tempo de contato, partição, troca e transporte de gás (MORAIS, 2005).

Não obstante, Possamai *et al.* (2007) destacam outro importante aspecto ambiental a ser considerado com relação a poluição do solo: o tempo decorrido quando as atividades das ADDIRSU foram desativadas. Isso porque, nas ADDIRSU, o lixiviado gerado a partir da decomposição dos resíduos orgânicos presentes se encontra em constante formação e pode durar em média 15 anos ou até mais.

O tipo de compactação do solo, natural ou mecânica, também é um aspecto a ser considerado segundo Dias & Estanislau (1999), visto que quando presente e provida mecanicamente, a compactação pode por um lado desfavorecer a contaminação, devido à utilização de maquinário pesado, mas por outro lado pode favorecer o seu desgaste e supressão da proteção vegetal. Assim, é de grande valia ressaltar o efeito do manejo dos solos nas relações hídricas, ou seja, os solos ficam suscetíveis a lixiviação de águas pluviais, e podem perder gradativamente a estabilidade e comprometer os taludes.

Conforme Betio & Santos (2016), solos profundos são pouco suscetíveis à erosão, pois possuem poucas variações em suas características morfológicas, fazendo com que os horizontes se apresentem de forma pouco individualizada e difusa.

Ali *et al.* (2014) ressaltam a erosão como um dos processos mais agressivos do solo, já que potencializa a contaminação do solo, seja pela retirada da proteção provida pela vegetação, quanto pela ausência de drenagem e posterior tratamento do lixiviado, além da ausência de monitoramento geotécnico das bermas e taludes, presença de veículos pesados utilizados à compactação, despejo de resíduos perigosos, e ademais.

Segundo Lopes, Leite & Prasad (2013), os resíduos perigosos encontrados em ADDIRSU são em grande parte Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) e Resíduos Industriais (RI) devido à falta de fiscalização dos órgãos ambientais.

Outro aspecto ambiental que propicia a poluição do solo é a permeabilidade. A permeabilidade influencia diretamente na contaminação das águas subterrâneas por meio da infiltração do lixiviado dos resíduos entre as camadas do solo (RAMOS, 2015). Neste sentido, existem parâmetros para verificação do grau de permeabilidade do solo. Lambe & Whitman (1970) classificaram os solos em conformidade com o seu coeficiente de permeabilidade e indicam solos com coeficiente  $K < 10^{-7} \text{ cm.s}^{-1}$  para fins de engenharia, conforme descrito no Quadro 2.

Quadro 2: Classificação dos solos de acordo com o coeficiente de permeabilidade

<b>Grau de permeabilidade</b>	<b>K (cm.s<sup>-1</sup>)</b>
<b>Alto</b>	$K > 10^{-1}$
<b>Médio</b>	$10^{-3} < K < 10^{-3}$
<b>Baixo</b>	$10^{-3} < K < 10^{-5}$
<b>Muito Baixo</b>	$10^{-5} < k < 10^{-7}$
<b>Praticamente impermeável para fins de engenharia</b>	$K < 10^{-7}$

Fonte: Lambe & Whitman (1970).

Segundo a NBR 13.896/1997, índices ótimos de permeabilidade devem ser inferiores a  $5 \times 10^{-5} \text{ cm.s}^{-1}$  (ABNT, 1997) ou com grau de permeabilidade muito baixo, conforme Quadro 2. Esta NBR estabelece como condições ideais para a instalação de um aterro sanitário, uma camada de solo homogêneo de no mínimo 3,0 metros de espessura com coeficiente de permeabilidade de  $K = 1,0 \times 10^{-6} \text{ cm.s}^{-1}$ . Das especificações impostas pela NBR 13896 para ultrapassagem desse limite são:

Um subsolo com coeficiente de permeabilidade superior a  $5 \times 10^{-5} \text{ cm.s}^{-1}$ , pode vir a ser aceito pelo Órgão de Controle Ambiental (OCA), a seu critério, dependendo do tipo de resíduo a ser disposto e das demais condições hidrogeológicas do local do aterro, desde que este valor não exceda  $10^{-4} \text{ cm.s}^{-1}$  (ABNT, 1997, p. 03).

A intensidade da contaminação do solo pode ser averiguada por meio de análises físico-químicas, cuja orientação é regulamentada pela Resolução CONAMA nº 420 de 2009 (BRASIL, 2009). Esta resolução dispõe sobre critérios ambientais e valores de referência para orientar a qualidade do solo e das águas subterrâneas sobre a presença de substâncias químicas, e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Na Tabela 2 são apresentados os valores referência para qualidade dos solos de acordo com a Resolução CONAMA nº420/2009.

Tabela 2: Valores referência para qualidade dos solos de acordo com a Resolução CONAMA nº420/2009.

Substâncias	Prevenção	Intervenção		
		Agrícola ( $\text{mg.kg}^{-1}$ de peso seco)	Residencial ( $\text{mg.kg}^{-1}$ de peso seco)	Industrial ( $\text{mg.kg}^{-1}$ de peso seco)
Arsênio	15	35	55	150
Cádmio	1,3	3	300	20
Chumbo	72	180	300	900
Cromo	75	150	300	400
Mercúrio	0,5	12	36	70
Ferro	-	-	-	-
Cobre	60	200	400	600
Manganês	- <sup>1</sup>	-	-	-
Zinco	300	450	1.000	2.000

Fonte: Brasil (2009).

Se a concentração dos elementos listados na Tabela 2 estiverem abaixo dos limites estipulados não há contaminação do solo, caso contrário o solo é considerado contaminado.

<sup>1</sup> Segundo Resolução CONAMA nº420 de 2009 a falta de informação representada (-) é respectiva aos parâmetros que são definidos pelo Estado.

Estudo realizado por Beli *et al.* (2005) analisou quimicamente o solo de uma área de “lixão” em recuperação desativado há quatro anos e os resultados obtidos são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Resultados da análise química do solo coletado na área do antigo “lixão” de Espírito Santo do Pinhal/SP em abril de 2004

Elemento	Concentração
Matéria orgânica (g.dm <sup>-3</sup> )	24
pH	7,1
Fósforo (mg.kg <sup>-1</sup> )	152
Enxofre (mg.kg <sup>-1</sup> )	10
Potássio (mmol.dm <sup>-3</sup> )	5,5
Cálcio (mmol.dm <sup>-3</sup> )	109
Magnésio (mmol.dm <sup>-3</sup> )	16
Alumínio (mmol.dm <sup>-3</sup> )	1
Soma de Bases (mmol.dm <sup>-3</sup> )	130,5
H + Al (mmol.dm <sup>-3</sup> )	9
Capacidade Troca Catiônica (mmol.dm <sup>-3</sup> )	139,5
v/v (%)	94
Boro (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,54
Cobre (mg.kg <sup>-1</sup> )	3,5
Ferro (mg.kg <sup>-1</sup> )	28
Manganês (mg.kg <sup>-1</sup> )	6,2
Zinco (mg.kg <sup>-1</sup> )	9,4

Fonte: Beli *et al.* (2005). Legenda: Hidrogênio + Alumínio.

Dos elementos químicos analisados, ferro, cobre, manganês e zinco apresentaram concentração elevada (Tabela 3) porém abaixo dos limites estabelecidos pela CETESB para uso do solo no estado de São Paulo, sendo que somente o uso agrícola deve ser excluído (CETESB, 2001).

Conforme já detalhado, as características do solo podem influenciar no grau de contaminação, e locais irregulares que possuam, por exemplo, elevada permeabilidade podem ainda permitir a consequente poluição da água.

### 3.2.2 Poluição da água

Áreas de disposição inadequada de RSU podem influenciar diretamente na qualidade das águas, sendo estas superficiais e subterrâneas. Em Kayode *et al.* (2018) a partir da realização de uma análise geoestatística do nível em que a qualidade da água subterrânea foi comprometida por estar situada em torno de um “lixão” localizado em Oke-Afa, Oshodi - Isolo. Neste sentido foram coletadas amostras das águas subterrâneas de oito e dois poços ao redor e dentro da área do “lixão”. Como resultados foi encontrado a presença de metais pesados como Alumínio e bário. Além disso, foi verificado que os padrões de potabilidade estavam acima dos limites

permissíveis em conformidade com o estabelecido pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

Neste sentido explica-se que a poluição hídrica em função da disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos pode ocorrer por meio da infiltração de contaminantes pelo solo (lixiviado dos resíduos, metais lixiviados pelas intempéries, dentre outros) atingindo os lençóis freáticos (KAYODE, OKAGBUE & ACHUKA, 2018).

Conforme Oliveira, Tucci & Santos (2016), também se verifica a contaminação das águas superficiais através do arraste de sedimentos das áreas de influência de disposição de RSU durante os períodos chuvosos.

A avaliação da poluição hídrica está amparada por legislações ambientais específicas, como a Resolução CONAMA nº 357 de 2005 (BRASIL, 2005), a Resolução CONAMA nº 396 de 2008 (BRASIL, 2008) e a Portaria nº 2.914 de 2011 (BRASIL, 2011), que determinam os valores de referência dos parâmetros físico-químicos de qualidade da água listados na Tabela 4.

Tabela 4: Valores de referência para as características físico-químicas das águas.

<b>PARÂMETROS</b>	<b>CONAMA nº357/2005</b>	<b>CONAMA nº396/2008</b>	<b>PORTARIA nº2914/2011</b>
pH	6,0 - 9,0	-	6,0 - 9,5
CE ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )	-	-	-
Turbidez (UNT)	40	-	5
Nitrito ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	1	1	1
Nitrato ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	10	10	10
Chumbo ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	0,01	0,01	0,01

Fonte: Brasil, 2005, Brasil, 2008 e Brasil, 2011). Legenda: CE – condutividade elétrica

Os resultados das análises físico-químicas devem estar dentro dos limites apresentados na Tabela 4 para constatação de ausência de poluição hídrica.

Betio & Santos (2016) avaliaram a qualidade físico-química das águas de três poços de monitoramento próximos a um antigo “lixão” localizado em Rolândia – Paraná (PR), desativado em 2003, e identificaram que a condutividade elétrica e o nitrogênio apresentaram alterações conforme os valores de referência (Tabela 4), evidenciando a presença de substâncias ionizadas dissolvidas, e alta mobilidade e persistência do nitrato no meio subterrâneo, ambos indicando contaminação. Por fim, o chumbo, em todos os poços de monitoramento também apresentou valores em desconformidade com as legislações (BETIO & SANTOS, 2016).

Além de parâmetros físico-químicos, para a avaliação da qualidade das águas, também são utilizados parâmetros microbiológicos, como a presença de coliformes, sendo estes atendidos em conformidade com a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Destaca-se que para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Parâmetro como a presença de *escherichia coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliforme termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente da localidade (BRASIL, 2005).

Os parâmetros coliformes totais e fecais, são utilizados para determinar contaminação fecal e a eventual presença de organismos patogênicos. Nesse sentido, trabalho realizado por Belli *et al.* (2005) avaliou a evolução de um plano de recuperação após quatro anos da desativação de uma área de “lixão” em Espírito Santo do Pinhal/SP por meio dos parâmetros microbiológicos e os resultados estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Parâmetros microbiológicos da água coletada na área do antigo “lixão” de Espírito Santo do Pinhal/SP em abril de 2004.

Ponto	Coliformes Totais	Coliformes Fecais
	(NMP 100 ml <sup>-1</sup> )	(NMP 100 mL <sup>-1</sup> )
Nascente	< 300	< 300
Jusante	< 700	< 700

Fonte: Belli *et al.* (2005).

Conforme observado na Tabela 5, Belli *et al.* (2005) concluíram que em função da presença de coliformes fecais e totais, a água coletada na área do antigo “lixão” não se enquadrava dentro do padrão de potabilidade para consumo humano sem antes passar por tratamento prévio.

O estudo de Possamai *et al.* (2007) elencou uma relação de riscos entre as proximidades das áreas de “lixões” com os corpos hídricos e quais impactos se repercutem na qualidade de vida das populações do entorno. Para tanto, foram mensurados indicadores de riscos baixo, médio e alto, a partir das distâncias de 11 áreas inativas em relação aos núcleos populacionais. Os autores propuseram como indicadores de “risco baixo”, distâncias acima de 500 metros; entre 251 a 500 metros de “risco regular”, e entre 0 a 250 metros de “risco crítico”, sendo medidas com uma trena conforme disposto na NBR 13.896, e os graus de riscos foram estabelecidos através de conotação estritamente geométrica (ABNT, 1997). Foi constatado pelos

autores que quatro áreas estão afastadas a mais de 200 metros, e, sete estão a menos de 100 metros dos corpos hídricos, ou seja, a maioria apresentou “risco crítico”. Desta forma, conclui-se, que esses sete “lixões” são potencialmente lesivos aos corpos hídricos com possibilidade de poluição (POSSAMAI *et al.*, 2007).

Além da poluição do solo e da água, o ar também é passível de poluição em virtude da disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos.

### **3.2.3 Poluição do ar**

O despejo a céu aberto dos RSU em áreas de “lixão” tem como potencial o aumento da poluição se comparado com outras formas de tratamento de resíduos sólidos. Conforme Akpeimeh, Fletcher & Evans (2018), os “lixões” emitem bioaerossóis e estes são capazes de comprometer a saúde das populações locais, e principalmente catadores que se expõem de forma direta sem nenhuma forma de prevenção contra riscos ambientais. Os autores obtiveram como conclusão que a exposição a bioaerossóis está intimamente associada a atividades realizadas em lixões, e corroboram com alta prevalência de sintomas respiratórios crônicos entre os trabalhadores nesses ambientes.

A poluição do ar gerada pela emissão de materiais particulados (MP) provenientes de ADDIRSU é um problema ambiental enfrentado em escala global, segundo Chen e Jin (2018), visto que 10% do aumento das concentrações de MP<sub>2,5</sub> pode acarretar na redução de 2,4% nos preços das habitações locais, além de influenciar no bem-estar social e no crescimento da economia local.

Lange *et al.* (2013) verificaram que a poluição do ar também pode ser ocasionada por meio de aspectos ambientais, tais como presença de poeira devido à circulação de caminhão e maquinário pesado, abertura de valas, ação do vento, ausência de cobertura vegetal, decomposição ativa da matéria orgânica.

Araújo (2015) acrescenta aos aspectos citados, o problema ocasionado pela queima de RSU e a emissão de gases poluentes e material particulado proveniente desta ação. Segundo os autores, além da emissão de fumaça, geração de cinzas e odor desagradável, a poluição visual também causa incômodo às populações vizinhas.

Outro aspecto causador de poluição do ar em “lixões” e em aterros controlados é a decomposição dos resíduos sólidos biodegradáveis através das condições

anaeróbias, no qual, um dos principais produtos dessa decomposição é o gás metano ( $\text{CH}_4$ ) (RATHI, 2006). Este gás inflamável é capaz de causar incêndios involuntários, além de ser um dos gases de efeito estufa (GEE) que contribuem com o aquecimento global (DASGUPTA, YADAV, MONDAL, 2013; SRIVASTAVA, KRISHNA, SONKAR, 2014; MOU, SHEUTZ, KJELDSEN, 2014).

Além do metano, segundo Conte *et al.* (2017), uma variedade de gases com potencial de efeito de estufa que possuem compostos de nitrogênio, enxofre, além de compostos orgânicos voláteis também são emitidos em locais legalizados para o recebimento de RSU, como os aterros sanitários. No Panorama Intergovernamental de Aterros Sanitários, estimou-se que os aterros sanitários emitem menos de 5% das emissões globais de GEE e cerca de 9% de gás metano ( $\text{CH}_4$ ) (BOGNER *et al.*, 2008).

Por fim, destaca-se que existem mecanismos de monitoramento da qualidade do ar que podem ser implementados em aterros sanitários, a fim de controlar as emissões gasosas por meio de equipamentos regulamentados por normativas específicas como NBR 13412 (ABNT, 1995) e NBR 9547 (ABNT, 1997), sendo capazes de detectar os tipos de contaminantes e quantificar a respectiva emissão.

Neste sentido, Liu *et al.* (2016) realizaram um estudo sobre a poluição do ar em áreas de disposição final de RSU, e detectaram a emissão de diversos compostos aromáticos de alta complexidade, como benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno. gerados a partir do aterramento de solventes, embalagens plásticas, alimentos com alto teor de gordura e tintas.

Além disso, a decomposição anaeróbia resulta na emissão de maus odores que são acentuados nas épocas quentes do ano, onde as taxas de decomposição são potencializadas devido ao aumento gradual da temperatura (DASGUPTA, YADAV & MONDAL, 2013; SRIVASTAVA, KRISHNA, SONKAR, 2014; MOU, SHEUTZ & KJELDSEN, 2014), fato confirmado por Liu *et al.* (2016), que verificaram que as taxas de emissões gasosas demonstram uma tendência crescente entre os horários de 12h às 18h, e ainda que a diminuição da pressão do ar e umidade também são variáveis influenciadoras.

A destinação final dos resíduos sólidos urbanos, além propiciar problemas relacionados diretamente com a poluição ambiental também gera impactos na fauna e na flora.

### 3.2.4 Impactos na fauna e flora

Em áreas de disposição final de RSU, como aterros sanitários, a biota, que é composta pela fauna e pela flora, sofrem interferências em todo processo de execução e operação do empreendimento, principalmente na fase inicial que requer o desmatamento do local (DAVILA, 2012; AZEVEDO *et al.*, 2015; MARCON, 2016).

Em locais irregulares, como “lixões” e aterros controlados, a situação é agravada, pois conforme Azevedo *et al.* (2015), o desmatamento em grande parte do terreno ocorre devido à alocação da massa de resíduos sólidos e à compactação do solo, e há ainda a lixiviação de contaminantes no solo. Ali *et al.* (2014) verificaram a redução de 72% da vegetação nativa de Islamabad, Paquistão, devido à disposição irregular dos resíduos urbanos no solo.

Neste sentido existem zonas sensíveis que são relativas a áreas de recarga de aquíferos, proteção de mananciais, de mangues e espécies endêmicas sensíveis às alterações ambientais, obrigatoriamente protegidas por serem Áreas de Preservação Permanente (APP). As APP são delimitadas devido à vulnerabilidade demonstrada por espécimes pertencentes a flora e a fauna, ou seja, diante de qualquer intervenção antrópica em seu hábitat tendem a diminuir, migrar ou reduzir totalmente seus exemplares (DAVILA, 2012; MARCON, 2016; NASCIMENTO & KNISS, 2016; SILVA, 2018).

Dentre os espécimes vegetais ou animais, as espécies endêmicas são sensíveis às mudanças em seu habitat natural e por esse sentido fazem inferência a um aspecto ambiental que corrobora com a redução ou perda total de indivíduos (DAVILA, 2012; MARCON, 2016; NASCIMENTO & KNISS, 2016; SILVA, 2018).

A perda da biodiversidade, ou seja, a diminuição da variedade de espécies animais e vegetais é quantitativamente tão significativa à produtividade dos ecossistemas quanto os efeitos diretos da poluição e das alterações no clima (Hooper *et al.*, 2012).

Já as espécies exóticas invasoras podem ser indicadoras de degradação ambiental, uma vez que seu surgimento ocorre com a supressão vegetal de espécies nativas, tendo efeito inibitório para o reaparecimento de espécies endêmicas devido ao seu caráter competitivo e colonizador (NASCIMENTO, KNISS, 2016; SILVA, 2018).

Corroborando com este fato, estudo realizado por Azevedo *et al.* (2015) realizou um diagnóstico qualitativo da degradação ambiental na área do “lixão” de Pombal-Paraíba (PB) que estava inserida no Bioma Caatinga, e reportaram uma redução das espécies faunísticas devido à degradação do ecossistema pela disposição de resíduos urbanos, bem como a presença de aves oportunistas, como carcará e garça, além do surgimento de espécies como ratos, baratas, moscas, urubus, cachorros, gatos, garças, bovinos e outros, que são potenciais competidores para espécies nativas.

Além da supressão vegetal e das espécies invasoras, Jai *et al.* (2016) descrevem que, o lixiviado gerado a partir da decomposição dos resíduos orgânicos é tóxico, e, quando em contato com as plantas possui efeito retardante, pois age na fisiologia das raízes comprometendo o seu desenvolvimento.

Por fim, é importante ressaltar que as consequências da disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos não são percebidas somente na biosfera e na biota, pois existem também os impactos sobre a sociedade.

### **3.2.5 Presença de catadores e impactos na saúde pública**

Apesar dos catadores de materiais recicláveis (CMR) serem reconhecidos profissionalmente pelo Ministério do Trabalho e Emprego desde 2002, uma parte do trabalho continua a ser executada de maneira informal. Conforme Velis *et al.* (2012), a presença de CMR em busca de materiais que possuam algum valor econômico na cadeia produtiva dos recicláveis, a fim de gerar renda a partir da venda e garantir a sua subsistência é um aspecto preocupante em áreas de disposição inadequada de RSU (ABRAHAO & CARVALHO, 2017). Isso porque não é incomum os catadores residirem no próprio “lixão”, principalmente por esses resíduos não receberem cobertura e o local não dispor de monitoramento de entrada e saída de pessoas (CHOKHANDRE, SINGH & KASHYAP, 2017).

Cruviel *et al.* (2019) e Yilmaz & Abdulvahitoglu (2019) relatam que esses aspectos se somam com a inexistência de medidas de controle e gestão ambiental efetivas, que corroboram com o descaso de condições mínimas para essa classe trabalhadora. Hartmann (2018) descreve em estudo realizado na Nicarágua, que devido à presença de um “lixão”, a geração de renda foi dissipada de forma desigual, bem como, o empobrecimento se tornou persistente, desta forma, impulsionado o desenvolvimento da marginalização social dos catadores informais.

Uma das consequências inevitáveis da catação informal é a exposição a agentes patogênicos e o risco de acidentes gerando um problema de saúde pública (CHOKHANDRE, SINGH & KASHYAP, 2017). Neste sentido, Miranda *et al.* (2018) reforçam que os catadores se expõem diariamente aos riscos ambientais, como riscos físicos, químicos, biológicos, além dos ergonômicos e de acidentes.

Porto *et al.* (2004) realizaram uma pesquisa sobre as condições de vida, trabalho e saúde de 218 catadores do aterro de Gramacho, no Rio de Janeiro (RJ) e constataram que 42,3% se alimentavam do que encontravam nos “lixões”, 71,7% dos catadores já haviam sofrido algum acidente, como corte com vidro, queimaduras, atropelamento, perfurações, quedas e contusões na cabeça. Além disso, 72% dos entrevistados reconheciam a existência de riscos potenciais do local, entretanto, somente 47,5% consideravam que esses riscos poderiam causar danos à saúde (PORTO *et al.*, 2004).

Segundo Annepu (2012), devido aos riscos potenciais que os catadores informais estão expostos, o trabalho informal deve ser coibido. Além das questões supracitadas envolvendo a segurança dos mesmos, a vinculação dos catadores ao trabalho formal por meio de cooperativas ajuda a reduzir o trabalho infantil (SCHMITT & ESTEVES, 2017).

Conforme Gutberlet *et al.* (2009), além do encerramento das atividades de disposição ilegal de RSU, também é necessário recuperar a área e garantir que seja monitorada integralmente com mecanismos de proteção do entorno. Tais medidas contribuem com o afastamento dos catadores informais e até mesmo a erradicação dos mesmos. Todavia, vale destacar que a desativação de um “lixão” apenas atende parcialmente o critério social.

Ao isolar a presença de catadores informais, ainda existe a continuidade dos problemas ambientais, como a geração de gases e lixiviado, com consequentemente emissão de odores (GONÇALVES *et al.*, 2013). Além disso, a presença de pneus inservíveis propicia a proliferação de vetores causadores de doenças como malária e dengue devido ao acúmulo de água da chuva.

Outro aspecto preocupante a ser considerado refere-se a queima de resíduos, que gera material particulado e gases potencialmente tóxicos podendo causar doenças respiratórias, como infecções das vias respiratórias (ANNPEU, 2012; SRIDEVI, LAKSHMI & KESAVARAO, 2012).

Segundo Possamai *et al.* (2007), as populações no entorno de ADDIRSU também são suscetíveis a poluição e aos riscos à saúde por não respeitarem distâncias mínimas de 10 quilômetros e afastamentos maiores que 200 metros de corpos hídricos superficiais conforme estabelecido nas normas NBR 8419 (ABNT, 1992) e NBR 13896 (ABNT, 1997).

Diante da caracterização dos aspectos ambientais e impactos na fauna e na flora, bem como das implicações da presença de catadores informais e dos impactos na saúde pública acerca da problemática envolvendo a poluição causada pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos, as ações mitigadoras dependem do enquadramento das áreas degradadas, conforme descrito a seguir.

### 3.3 ENQUADRAMENTO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A degradação e/ou contaminação ambiental envolvem um enfoque sistêmico do conjunto de aspectos respectivos ao meio físico, biótico e antrópico, apresentados anteriormente, portanto, para a recuperação de áreas degradadas/contaminadas é de fundamental importância a consideração de critérios de caráter técnico, econômico, operacional, social, ambiental, dentre outros, que possibilitem uma classificação coerente em relação as escolhas das medidas capazes de mitigar o impacto gerado pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos (SUBRAMANIAN & RAMANATHAN, 2012; SOLTANI, SADIQ & HEWAGE, 2015; KHARAT *et al.*, 2018).

Os critérios devem ser avaliados por meio da elaboração de um diagnóstico ambiental que tem como objetivo identificar o grau de degradação ambiental em função das características do meio físico, biótico e antrópico. Para uma análise mais criteriosa em relação à contaminação, deverão ser realizadas investigações físicas e químicas da água superficial e subterrânea, solo, da fauna e flora, bem como dos aspectos socioeconômicos afetados no entorno do empreendimento (FEAM, 2010; RAMOS, 2016).

Os critérios técnicos devem ser definidos a partir da localização das áreas de disposição irregular de RSU, de modo a identificar se estão situados em planícies inundáveis ou próximas de cursos d'água, águas subterrâneas, e ademais. A

vulnerabilidade da área influencia diretamente no projeto de remediação (RAMOS, 2016; VILHENA, 2010).

Vargas (2010) destacou em seu estudo a importância de se considerar além de critérios técnicos, os econômicos, que são responsáveis por viabilizar os custos dispendidos na remediação, devendo-se sempre avaliar soluções com valor financeiro menor, porém com o mesmo efeito mitigador. Desta forma, os projetos que terão maior prioridade para execução serão aqueles com melhor relação custo-benefício, mas que não se restringem somente aos critérios exclusivamente financeiros, mas sim, ao conceito amplo dos ganhos, esforços e benefícios (VARGAS, 2010).

Também é necessário a delimitação de critérios ambientais, tais como erradicar a geração de gases, tratar o lixiviado gerado, controlar os odores provenientes da decomposição dos resíduos sólidos, aterrar os resíduos, impermeabilizar o terreno, drenar águas pluviais, proteger a saúde do trabalhador, e preservar a valorização do entorno (GONÇALVES *et al.*, 2013; FEAM, 2010).

Segundo Joseph *et al.* (2004), Nogueira (2015) e Feam (2010), os critérios de uma forma geral devem priorizar as possibilidades de tomadas de decisões, que seguem uma ordem hierárquica, sendo: fechamento do local, remediação, recuperação e/ou reabilitação. Destaca-se ainda que as decisões possuem efeito sistêmico, por exemplo, se a escolha for o encerramento das atividades nos “lixões”, entende-se que, o critério social será positivamente afetado.

Dessa forma, a partir do enquadramento da ADDIRSU e da delimitação dos critérios a serem atendidos, medidas mitigadoras são aplicadas para minimizar ou eliminar os impactos ambientais do meio natural (físico, biótico e antrópico) (FEAM, 2010; NOGUEIRA, 2015; RAMOS, 2016).

De forma a sintetizar os critérios de avaliação dentre as categorias de importância destacadas até aqui, Quadro 3, exemplifica o conteúdo obtido através de normas específicas e passagens evidenciadas pela revisão de literatura, bem como traz os limites esperados para que os critérios apontem condições adequadas ou inadequadas, a partir do atendimento ou não das especificações descritas.

Quadro 3: Critérios de avaliação elencados para verificar condições ambientais em áreas destinadas à disposição final de Resíduos Sólidos Urbanos (continua).

<b>Descrição dos critérios</b>		
<b>CRITÉRIOS TÉCNICOS</b>	<b>Portaria, monitoramento e vigilância</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A função da portaria e da vigilância dos aterros sanitários é controlar a entrada e a saída de veículos na área de disposição final de RSU, dos materiais a serem aterrados, bem como de pessoas que transitam pela área de disposição final.</li> <li>- O monitoramento tem por finalidade controlar a origem, qualidade e quantidade dos resíduos a serem dispostos no aterro. A ausência do monitoramento infere em condição inadequada, haja visto a falta de controle da quantidade disposta nas ADDIRSU.</li> </ul>
	<b>Isolamento físico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A área do aterro deve ser isolada com cerca de arame farpado com 1,80 m de altura, postes de concreto ou madeira, além de portão de entrada com guarita, que deverá ser mantido fechado.</li> </ul>
	<b>Isolamento visual</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recomenda-se a construção de uma faixa de isolamento, de 5 a 10 metros de largura composta por arbustos e árvores que impeçam a visualização constante do aterro.</li> </ul>
	<b>Acesso à frente de descargas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- As estradas internas devem garantir a chegada dos resíduos sólidos até as frentes de descarga mesmo durante os períodos de chuva e, por isso, devem ser mantidas em condições de operação e trabalho.</li> </ul>
	<b>Recobrimento dos resíduos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O recobrimento dos resíduos sólidos deve ser realizado diariamente, para faixas populacionais acima de 3.000 habitantes, com uma camada de terra ou material inerte com espessura final de 15 a 20 cm.</li> </ul>
	<b>Monitoramento geotécnico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deve ser realizado através da implantação de instrumentação geotécnica para monitoramento dos maciços com a realização de leituras ou observações de variações das grandezas de interesse, com intervalos de leitura de acordo com cada situação (risco e probabilidade de ruptura). Um sistema de monitoramento geotécnico básico mínimo possui piezômetros, marcos superficiais, pluviômetro e medidores de vazão.</li> <li>- As áreas não devem ser instaladas em hipótese alguma em áreas erodidas, em especial em voçorocas, em áreas cársticas ou em APP.</li> <li>- A topografia deve possuir declividade superior a 1% e inferior a 30%.</li> </ul>
	<b>Dimensões e inclinações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A inclinação mais estável para taludes de células em operação equivale a 1 metro de base para cada metro de altura, enquanto nas células finalizadas esta dimensão corresponde a 3 metros de base para cada metro de altura.</li> </ul>
	<b>Dimensões da frente de trabalho</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A separação entre as bordas superiores das valas deve ser, no mínimo, de 1 metro, deixando espaço suficiente para operação e manutenção. A largura da vala pode ser variável, dependendo do equipamento usado na escavação, cuidando para que não seja excessiva a ponto de dificultar a cobertura operacional dos resíduos.</li> </ul>
	<b>Estrutura e procedimentos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deve ser realizada por meio de avaliação visual, sendo necessário readequação quando verificado que a área recebe resíduos industriais.</li> </ul>
	<b>Áreas de segurança aeroportuária</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A distância do aterro ao centro geométrico do aeródromo mais próximo deverá ser superior a 20 quilômetros para aeroportos em operação. Já para demais aeródromos deve superior à 13 quilômetros.</li> </ul>

Quadro 3: Critérios de avaliação elencados para verificar condições ambientais em áreas destinadas à disposição final de Resíduos Sólidos Urbanos (continuação).

<b>Descrição dos critérios</b>		
<b>CRITÉRIOS TÉCNICOS</b>	<b>Proximidades de núcleos habitacionais</b>	- Recomenda-se uma distância mínima superior a 500 metros de núcleos habitacionais. - A área deve estar localizada a uma distância mínima de 100 metros de rodovias e estradas, a partir da faixa de domínio estabelecida pelos órgãos competentes.
	<b>Proximidade de corpos d'água</b>	- De acordo com a NBR 13896 (ABNT, 1997) deve ser mantida distância mínima de 200m de corpos de água.
	<b>Vida útil da área</b>	- De acordo com a NBR 13896 (ABNT, 1997) recomenda-se a construção de aterros com vida útil mínima de 10 anos.
	<b>Restrições legais ao uso do solo</b>	- Devem ser analisadas restrições quanto ao tipo de solo para averiguar se sua utilização é viável ou não.
<b>CRITÉRIOS ECONÔMICOS E OPERACIONAIS</b>	<b>Custo do investimento, operação e manutenção</b>	- Deve existir uma relação positiva entre custos e benefícios sejam eles quais sejam, esses custos devem se pagar mediante a operação, bem como deve contar com as despesas necessárias para manutenção, - Deve ser priorizado ganhos ao longo prazo, - Os custos de áreas de disposição final de resíduos sólidos têm grande variabilidade conforme o seu tamanho e o seu método construtivo. A elaboração de um cronograma físico-financeiro é necessária para permitir a análise de viabilidade econômica do empreendimento.
	<b>Recebimento de resíduos não autorizados</b>	- Não devem ser encaminhados resíduos sólidos sem contratos de serviços legalmente reconhecidos pelo órgão ambiental.
	<b>Recebimento de resíduos industriais</b>	- Não devem ser encaminhados resíduos perigosos à áreas destinadas a disposição final de resíduos sólidos urbanos.
<b>CRITÉRIOS AMBIENTAIS</b>	<b>Compactação dos resíduos</b>	- Os resíduos devem ser espalhados e compactados por um equipamento apropriado (preferencialmente trator esteira), realizando movimentos repetidos de baixo para cima, procedendo-se, no mínimo, a 6 passadas sucessivas em camadas sobrepostas, até que todo o material disposto em cada camada esteja adequadamente adensado.
	<b>Cobertura de terra</b>	- Ao se esgotar a capacidade da vala do aterro, realiza-se a cobertura final com 60 cm de espessura sobre as superfícies que ficarão expostas permanentemente: bermas e taludes definitivos. Recomenda-se o lançamento de uma camada de cascalho sobre as bermas, as quais serão submetidas ao tráfego operacional.
	<b>Proteção vegetal</b>	- A cobertura vegetal sobre as valas é importante para proteger o solo de erosões e fissuras, sendo necessário manter o corte frequente, para possibilitar as inspeções visuais nas valas encerradas, bem como nas demais estruturas do aterro, - O estudo macroscópico da vegetação é importante, uma vez que ela pode atuar favoravelmente na escolha de uma área quanto aos aspectos de redução do fenômeno de erosão, da formação de poeira e transporte de odores.
	<b>Afloramento de lixiviado de aterro sanitário</b>	- O critério para avaliação deste item é visual, comparando-se o número de afloramentos de lixiviado de aterro sanitário em relação ao tamanho de cada célula, classificados nas categorias (Não/Raros) ou (Sim/Numerosos).
	<b>Nivelamento da Superfície</b>	- Após o encerramento da vala, é comum que a superfície do terreno fique alterada por pequenas elevações resultantes da terra de escavação das valas mantidas em excesso no local, podendo ocorrer recalques na superfície das valas aterradas.

Quadro 3: Critérios de avaliação elencados para verificar condições ambientais em áreas destinadas à disposição final de Resíduos Sólidos Urbanos (continuação).

<b>Descrição dos critérios</b>	
<b>Homogeneidade da cobertura</b>	- Este critério baseia-se na avaliação visual da camada final de cobertura da célula, sendo classificado em (Sim) ou (Não), de acordo com presença ou não de material que não faça parte da camada de solo.
<b>Impermeabilização do solo</b>	- Para que seja eficiente, a camada de impermeabilização de materiais deve compor-se de solo argiloso de baixa permeabilidade ou geomembrana sintética.
<b>Profundidade do lençol freático</b>	- Segundo a NBR 13896 (ABNT, 1997), o solo do aterro deve ser homogêneo de 3,0 m de espessura entre a base do aterro e o nível do lençol freático mais alto. Entretanto é aceitável uma distância mínima, entre a base do aterro e a cota máxima do aquífero freático igual a 1,5 m.
<b>Permeabilidade do solo</b>	- A NBR 13896 (ABNT, 1997), estabelece ainda, condições de permeabilidade do solo para implantação de aterros sanitários. O coeficiente de permeabilidade de $1,0 \times 10^{-6} \text{ cm.s}^{-1}$ considerado ideal, o coeficiente de $5,0 \times 10^{-5} \text{ cm.s}^{-1}$ considerado aceitável e coeficiente maior ou igual a $5,0 \times 10^{-4} \text{ cm.s}^{-1}$ não recomendável, mesmo com impermeabilização complementar.
<b>Drenagem de lixiviado de aterro sanitário</b>	- O dimensionamento do sistema depende da vazão de líquido a ser drenado e da alternativa de tratamento escolhida. Pode ser constituído por tubos de coleta ou drenagem horizontal, compostos por material filtrante, que não seja susceptível ao ataque do percolado, direcionados para os tanques de acumulação, e posteriormente enviados para o tratamento adequado.
<b>Tratamento de Lixiviado de aterro sanitário</b>	- Deve ser analisada a conveniência do método de tratamento escolhido, pelo volume e a carga poluidora.
<b>Drenagem provisória de águas pluviais</b>	- O sistema de drenagem provisória deve ser constituído por canaletas escavadas no solo, localizadas em posições estratégicas, para auxiliar o escoamento superficial internamente a área do aterro, direcionando o fluxo para o sistema de drenagem principal.
<b>Drenagem definitiva de águas pluviais</b>	- O sistema de drenagem definitivo é constituído por canaletas em concreto simples moldados no local, responsáveis pela coleta do escoamento superficial da área de projeto, direcionando este fluxo até as bacias de detenção ou galeria de águas pluviais públicas, - A área não deve estar sujeita a eventos de inundação e deve situar-se a uma distância mínima de 200 metros de cursos d'água ou qualquer corpo hídrico, - Deve ser implantado um sistema de drenagem pluvial em todo o terreno, de modo a minimizar o ingresso das águas de chuva na massa de resíduo sólido aterrado.
<b>Queima de resíduos</b>	- Não pode haver queima de resíduos sólidos sem o devido controle ambiental, entretanto não se indica essa prática, pois as avaliações respectivas a presença deste fator é sumariamente insatisfatória do ponto de vista ambiental e social.
<b>Ocorrência de Moscas e odores</b>	- Este critério está relacionado com a eficiência de demais itens, como isolamento físico, portaria e vigilância e recobrimento dos resíduos.
<b>Presença de aves e animais</b>	- Este critério está relacionado com a eficiência de demais itens, como isolamento físico, portaria e vigilância e recobrimento dos resíduos. Este critério deve ser indicado mediante constatação visual.

Quadro 3: Critérios de avaliação elencados para verificar condições ambientais em áreas destinadas à disposição final de Resíduos Sólidos Urbanos (conclusão).

Descrição dos critérios		
CRITÉRIOS AMBIENTAIS	Drenagem de gases	- Para a drenagem de gases é comum utilizar drenos verticais, que atravessam o aterro ao longo de sua espessura indo desde o sistema de impermeabilização e chegando ao topo da camada de cobertura, colocados em pontos determinados no aterro e interligados ao sistema de drenagem de percolado. A distância entre um dreno e outro deve ser de 30m a 50m.
	Monitoramento de águas subterrâneas	- Deverá ser executado um sistema de monitoramento, constando basicamente de execução de 3 (três) poços de monitoramento, um localizado à montante e dois a jusante na cota mais baixa da área, com profundidade máxima de 12 (doze) metros em função da profundidade do nível do lençol freático baixos, visando analisar a influência que o aterro possa vir a gerar no lençol freático.
CRITÉRIO SOCIAL	Presença de catadores	- Em áreas de disposição final de RSU não pode haver a presença de catadores de materiais recicláveis devido ao trabalho informal e aos riscos à saúde.

Fonte: Adaptado de Amadeo (2015) e ABNT (1997); BRASIL (2005); DN COPAM 118 de 2008; Lanza e Carvalho (2006); Feam (2008); Feam (2010); Vargas (2010); Gonçalves et al. (2013); Lima *et al.* (2013), Azevedo *et al.* (2015); Kumar, Samader (2017); Cruviel *et al.* (2019); Law, Ross (2019) e Yet *et al.* (2019).

### 3.4 MEDIDAS MITIGADORAS DE IMPACTOS NOS MEIOS BIÓTICO, FÍSICO E SOCIOECONÔMICO

#### 3.4.1 Tipos de medidas mitigadoras

As medidas mitigadoras podem ter caráter preventivo, corretivo ou compensatório, e segundo IEMA (2017), possuem a seguinte definição:

- Medida Mitigadora Preventiva: Consiste em uma medida que tem como objetivo minimizar ou eliminar eventos adversos que se apresentam com potencial para causar prejuízos aos itens ambientais destacados nos meios físico, biótico e antrópico. Este tipo de medida procura anteceder a ocorrência do impacto negativo.
- Medida Mitigadora Corretiva: Consiste em uma medida que visa mitigar os efeitos de um impacto negativo identificado, quer seja pelo restabelecimento da situação anterior à ocorrência de um evento adverso sobre o item ambiental destacado nos meios físico, biótico e antrópico, quer seja pelo estabelecimento de nova situação de equilíbrio entre os diversos parâmetros do item ambiental, através de ações de controle para neutralização do fator gerador do impacto.

- Medida Mitigadora Compensatória: Consiste em uma medida que procura repor bens socioambientais perdidos em decorrência de ações diretas ou indiretas do empreendimento.

As medidas mitigadoras aplicadas às ADDIRSU possuem caráter corretivo e compensatório, visto que o dano ambiental já ocorreu, e tem por objetivo abrandar os impactos provenientes da disposição irregular de RSU por meio de um conjunto de medidas capazes de mitigar o impacto, seja este verificado no solo, nas águas superficiais e subterrâneas, no ar, questões sociais como presença de catadores, implicações na saúde pública, dentre outros (FEAM, 2010; SOARES, 2011; AZEVEDO *et al.*, 2015).

É importante salientar que as medidas mitigadoras corretivas estipulam algum tipo de tratamento, no qual podem estar compreendidos elementos de recuperação, restauração, remediação ou reabilitação. Para se utilizar do termo recuperação é necessário que ocorra a remoção total dos resíduos sólidos urbanos depositados no solo, seguido da deposição de solo natural na região da área escavada (ALBERTE, CARNEIRO & KAN, 2005). Entretanto, determinadas medidas são demasiadamente dispendiosas, inviabilizado economicamente o processo de recuperação de ADDIRSU e forçando a adoção de soluções menos complexas e mais econômicas (RAMOS, 2012; YE *et al.*, 2019).

Segundo Romeiro, Souza & Lopes (2014), o conceito de restauração tem como objetivo reproduzir as condições originais exatas do local, tais como eram antes de serem alteradas pela intervenção humana. Já a remediação consiste na aplicação de técnicas que visam a remoção, a contenção ou a redução das concentrações dos contaminantes presentes no solo ou na água (BRASIL, 2009).

A resolução CONAMA nº 420 de 2009, que dispõe sobre o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas pela decorrência antrópica, define como reabilitação as ações de intervenção realizadas em uma área contaminada visando atingir um risco tolerável para o uso declarado ou futuro da área (BRASIL, 2009). Entretanto, para que a área seja utilizada novamente, o órgão ambiental deve realizar uma investigação criteriosa no local e apresentar um parecer favorável para reutilização da área (FEAM, 2010; ROMEIRO, SOUZA & LOPES, 2014).

Conforme Romeiro *et al.* (2014) e Dubey, Chakrabarti & Pandit (2015), nas ADDIRSU, medidas mitigadoras podem ser implementadas visando a remediação e/ou reabilitação dos meios biótico e físico, bem como medidas compensatórias para os impactos socioeconômicos.

### 3.4.2 Medidas mitigadoras implementadas no meio físico

O meio físico pode ser impactado de diversas formas acarretando na poluição do solo, água e ar. No Quadro 4 encontram-se sintetizadas as medidas mitigadoras que podem impactar positivamente em ADDIRSU nos compartimentos relativos ao solo, águas superficiais, subterrâneas e ar (RAMOS, 2016).

Quadro 4: Medidas mitigadoras do meio físico que podem ser implementadas em áreas de disposição irregular de resíduos sólidos urbanos.

Tipo de tratamento	Medidas mitigadoras
Tratamento de solos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Pré tratamento:</u></li> <li>- Triagem granulométrica a seco ou sob água (<i>ex situ</i>).</li> <li>- <u>Eliminação dos compostos orgânicos biodegradáveis:</u></li> <li>- <i>In situ</i>: bio <i>venting</i> ou bio <i>sparging</i>; <i>on site</i> ou <i>ex situ</i>: escavação mais tratamento biológico (biopilhas).</li> <li>- <u>Eliminação dos compostos recalcitrantes:</u></li> <li>- <i>In situ</i>: escavação mais oxidação química; extração por lavagem (com detergente);</li> <li>- Tratamento térmico por dessorção; <i>on situ</i> ou <i>off-site</i>: tratamento térmico por incineração; estocagem.</li> <li>- <u>Tratamento dos compostos inorgânicos:</u></li> <li>- <i>In situ</i> ou <i>off-site</i>: vitrificação, estabilização/solidificação; extração por lavagem (ácido, complexante) mais tratamento da parte extraída.</li> </ul>
Tratamento dos resíduos sólidos urbanos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>On situ</i> ou <i>off-site</i>: escavação + estocagem (levar em conta o destino dos resíduos escavados);</li> <li>- <i>In situ</i>: confinamento;</li> <li>- <i>In situ</i> ou <i>on situ</i>: biorremediação.</li> </ul>
Tratamento de lixiviados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impermeabilização de superfície;</li> <li>- Coleta e tratamento dos lixiviados: tratamento de nitrogênio amoniacal, redução de matéria orgânica biodegradável, redução de matéria orgânica recalcitrante, eliminação de metais;</li> </ul>
Impermeabilização de superfície e drenagem das águas pluviais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impermeabilização mínima (areia, argila e solo);</li> <li>- Impermeabilização composta (areia, argila, geomembrana PEAD, solo) + solo com vegetação para proteção da camada menos permeável da cobertura final;</li> <li>- Calhas para a drenagem das águas pluviais.</li> </ul>
Desvio das águas subterrâneas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Barreiras hidráulicas de solo-bentonita; barreira hidráulica solo-bentonita-cimento;</li> <li>- Rebaixamento do lençol freático por bombeamento.</li> </ul>
Tratamento das águas subterrâneas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Eliminação dos compostos orgânicos dissolvidos não voláteis:</u></li> <li>- <i>In situ</i>: bio <i>sparging</i>; <i>on situ</i> ou <i>offsite</i>: bombeamento + tratamento por processos biológicos da fração biodegradável;</li> <li>- Bombeamento + tratamento físico químico da fração recalcitrante;</li> <li>- <u>Eliminação dos compostos orgânicos voláteis (COV):</u></li> <li>- Extração por aeração, extração por aspiração;</li> <li>- Tratamento por adsorção (carvão ativado) ou biofiltro (<i>on-situ</i> ou <i>off-site</i>);</li> <li>- <u>Eliminação dos metais:</u></li> <li>- <i>In situ</i>: barreiras reativas permeáveis; <i>on situ</i>: bombeamento + tratamento por precipitação química; bombeamento + adsorção; tratamento <i>off-site</i>.</li> <li>- <u>Eliminação das fases líquidas não aquosas:</u></li> <li>- Separação por bombeamento (hidrocarbonetos flutuantes), bombeamento do fundo (para as fases densas).</li> </ul>
Tratamento das emissões gasosas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cobertura de superfície reativa; instalação de sistema de coleta de gás e camada drenante; queima ou valorização energética (elétrica, térmica, cogeração, etc);</li> <li>- Adsorção (carvão ativado) ou lavagem.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Ramos (2016).

Conforme apresentado no Quadro 6, o tratamento do solo deve ser realizado em virtude dos impactos decorrentes da contaminação, erosão e compactação por meio de medidas mitigadoras *in situ* e *ex situ*, que serão discutidas a seguir.

Nas ADDIRSU, como modo de atenuação dos impactos ambientais no solo, primeiramente os taludes devem ser estabilizados para que seja evitado o processo de erosão, e conseqüente contaminação do solo pela infiltração de lixiviados. A estabilização dos taludes pode ser realizada por meio de métodos geotécnicos que compreendem a execução de obras de engenharia, com ou sem estruturas de contenção e retenção, sendo um mecanismo eficiente para evitar a erosão do solo (ROMEIRO, SOUZA & LOPES, 2014).

Conforme Carvalho & Pfeiffer (2004) e Azevedo *et al.* (2015), as medidas de mitigação empregadas para descontaminação de solos contemplam a retirada dos resíduos sólidos do local, para posterior retirada da camada de solo contaminado e por fim, a deposição de solo natural na área escavada, bem como, aplicação de técnicas de remediação, como biorremediação e fitorremediação para drenagem de percolados.

As técnicas de remediação abrangem, de forma geral, a execução de métodos de tratamento químicos e/ou biológicos para a remoção de contaminantes do solo sendo extensivamente usadas em diversos países (YE & XIO, 2019).

A biorremediação, por exemplo, é um tratamento biológico utilizado para eliminar, neutralizar, imobilizar ou transformar os contaminantes presentes no solo e nas águas pela ação de regeneração de organismos vivos, como microorganismos, plantas, fungos, algas, etc (ROMEIRO, SOUZA & LOPES, 2014). Revisão sobre técnicas de biorremediação realizada por Soares *et al.* (2011) destacam que a biorremediação é uma das técnicas mais utilizadas para mitigação de áreas conhecidas como “lixões”.

A biorremediação microbiana é a mais utilizada na desintoxicação de solos contaminados por substâncias orgânicas por meio da exploração de processos naturais como a bioestimulação, a bioventilação e a bioaugmentação (CUNHA, 2004; OLIVEIRA, 2014).

Quando realizada por plantas com potencial acumulativo de absorção, por exemplo, recebe o nome de fitorremediação (RESENDE, PINTO, 2013). O Quadro 5 destaca algumas espécies de plantas utilizadas na fitorremediação de ADDIRSU segundo Oliveira (2009).

Quadro 5: Espécies fitorremediadoras recomendadas para tratamento de áreas com disposição irregular de resíduos sólidos urbanos.

Contaminantes	Espécies	Mecanismos
Zn e Cd	<i>A. Halleri</i> , <i>Pfaffia sp.</i> , <i>T. caerulescens</i>	Fitoextração
Ase Ni	<i>Pteris sp.</i> , <i>B. coddii</i> . Fitoextração.	
Cd, Ni e Zn	<i>Thlaspi caerulescens</i>	Fitovolatilização
Pb, Cr, Cd, Cu, Ni, Zn, Sr	<i>Brassica juncea</i>	Fitoextração

Fonte: Oliveira (2009)

A fitorremediação é uma das técnicas mais utilizadas no tratamento de solos e águas contaminadas por substâncias inorgânicas explorando processos como fitoextração, fitovolatilização e rizofiltração (CUNHA, 2004; OLIVEIRA, 2014), conforme apresentado no Quadro 5.

O estudo realizado por Pinto, Resende & Oliveira (2010) avaliou as espécies mais eficazes para remediação de áreas contaminadas pela disposição inadequada de RSU variando parâmetros como sobrevivência, altura e diâmetro da altura do solo, concluindo que as espécies que apresentam maior resistência às limitações do meio foram *Vetiveria zizanioides*, *Erythrina falcata*, *Schinus terebinthifolius*, *Bauhinia forficata*, *Lithraea molleoides* e *Erythrina speciosa*.

Como medida mitigadora preventiva para evitar a contaminação, seja do solo ou da água, tem-se a drenagem e tratamento dos lixiviados gerados a partir da decomposição orgânica. Conforme Bidone (2007), o tratamento de lixiviados deve ser escolhido avaliando os seguintes aspectos: volume de lixiviado gerado, composição do lixiviado, capacidade de investimento, operação e atendimento dos requisitos mínimos legais estabelecidos pelos órgãos ambientais locais.

Já as medidas mitigadoras corretivas para tratamento do lixiviado são: remoção de amônia por aeração mecânica, adsorção em carvão ativado, processos de membranas (osmose reversa), evaporação, aspersão sobre o solo, coagulação, floculação, sedimentação ou flotação oxidação química, processo fotoeletroquímico, lagoas anaeróbias e lagoas facultativas, tratamento conjunto em estação de tratamento de esgoto, recirculação, tratamento em leito de vermicomposto, processos biológicos aeróbios, processos biológicos anaeróbios e banhados construídos (BIDONE, 2007).

Conforme Costa *et al.* (2019) no Brasil as tecnologias de tratamento do lixiviado dos resíduos são escolhidas em conformidade com o poder econômico municipal. No

Brasil, em aterros é comumente utilizado o processo biológico, pois é uma abordagem simples e econômica e, muitas vezes, é a única técnica utilizada em pequenos municípios. Já em aterros sanitários de grandes extensões, onde citam-se os localizados na cidade de São Paulo e Rio de Janeiro. Estes investem e/ou terceirizam tecnologias avançadas de tratamento, como a filtração por membrana. Vale destacar que estes tratamentos se assemelham aos realizados por países desenvolvidos da América do Norte e Europa.

Com relação a poluição da água, a primeira medida mitigadora indicada é a eliminação de qualquer abertura no solo compactado acima do maciço de resíduos sólidos que possam ocasionar o acúmulo de água, e conseqüentemente, favorecer a formação do lixiviado. Além disso, postos de monitoramento da qualidade das águas devem ser instalados a montante e a jusante dos corpos hídricos (FEAM, 2010; ROMEIRO, SOUZA; LOPES, 2014; RAMOS, 2016).

Outros aspectos importantes que devem ser destacados em relação as medidas mitigadoras em áreas de disposição final de RSU são: a queima de resíduos sólidos não é recomendada devido à geração de gases; a cobertura diária dos resíduos a fim de evitar a eliminação de odores e o aparecimento recorrente de aves oportunistas como urubus é altamente recomendada; e a implementação de cinturões verdes, que também minimizam a dispersão de odores, fornecem isolamento da área e evitam ação ativa dos ventos (PUGLIUSO, 2008; AZEVEDO *et al.*, 2015).

Conforme Cunha (2004), medidas mitigadoras não devem ser invasivas, de modo que exista uma relação positiva de custo-benefício e tempo suficiente demandado para o tratamento. Por exemplo, a queima de RSU, apesar de não ser recomendada no Brasil, tecnicamente, reduz o volume, entretanto, segundo Pugliuso & Regattieri (2008) e Azevedo *et al.* (2015), quando realizada sem o devido controle de medidas operacionais, pode acarretar no comprometimento da qualidade do ar. Adicionalmente, diversos países utilizam a incineração de resíduos como fontes de captação de calor para geração de eletricidade, sendo tecnicamente viável e sustentável (LEME *et al.*, 2014; PANEPINTO *et al.*, 2015; AYODELE *et al.*, 2018).

Conforme Lima *et al.* (2018), a incineração dos RSU no Brasil como forma de aproveitamento energético e geração de eletricidade não se mostra como uma alternativa viável, devido às limitações inferidas ao uso da energia e aos altos custos envolvidos no processo de conversão.

### 3.4.3 Medidas mitigadoras implementadas no meio biótico

As medidas mitigadoras que podem ser aplicadas no meio biótico são reflorestamento, controle/eliminação de espécies exóticas invasoras e aumento da biodiversidade.

Destarte, Romeiro, Souza & Lopes (2014) e Azevedo *et al.* (2015) descrevem que a técnica de reflorestamento envolve a fixação de espécies vegetais, podendo ser herbáceas ou arbóreas, para promover a recomposição vegetal da área degradada.

Para realizar o reflorestamento, Segundo Carvalho (2004), é indicado o uso de espécies nativas encontradas nas matas vizinhas para proporcionar características próximas as encontradas antes do início da disposição irregular de RSU visando impactar positivamente na redução ou perda total da flora uma vez existente nas ADDIRSU, e recuperar áreas de importância ecológica. Para tanto, os autores destacam que este tipo de técnica também é capaz de abrandar impactos provenientes da compactação do solo a partir do reflorestamento de pontos que não foram compactados.

Além disso, também é necessário a implementação de planos de manejo visando identificar e controlar espécies exóticas invasoras, como ervas daninhas, já que impactam negativamente no aparecimento e no desenvolvimento das espécies endêmicas.

Caso detectada a presença de espécies exóticas invasoras, as técnicas de eliminação são a queima controlada, pois algumas sementes possuem viabilidade muito longa, assim, o intuito é estimular a germinação e eliminar mais rapidamente o banco de sementes; e uso de herbicidas, que deve ser controlado de modo a não influenciar na contaminação do solo e das águas (JAIN, 2015; BRASIL, 2018).

Vale ressaltar que fauna e flora são intimamente dependentes, e portanto, ao degradar a flora, a fauna tende naturalmente a uma redução do número de indivíduos, com conseqüente perda da biodiversidade, e dependendo do nível de interferência ambiental, pode acarretar até na extinção de espécies.

As medidas mitigadoras que podem atenuar os impactos sobre a flora são a implementação de áreas de preservação permanente no entorno e a criação de corredores ecológicos para que as espécies possam migrar promovendo assim a

melhora da biodiversidade (PUGLIUSO & REGATTIERI, 2008; AZEVEDO *et al.*, 2015).

#### **3.4.4 Medidas mitigadoras dos impactos socioeconômicos**

Considerando que os RSU são uma fonte potencial de recursos capazes de proporcionar um meio de vida para muitas pessoas, os projetos de valorização de resíduos sólidos, mesmo para aqueles com aproveitamento energético, devem antecipadamente prever sua valorização como material reciclável comercializável, promovendo resgates ambiental e social (KUMAR *et al.*, 2017). Nesse sentido, qualquer medida de mitigação em ADDIRSU devem prever a atenuação dos impactos socioeconômicos, principalmente para catadores de materiais recicláveis.

Prioritariamente, os catadores de materiais recicláveis informais devem ser afastados de áreas como “lixões” por serem insalubres, além disso, o local deve ser delimitado e devidamente isolado para que seja realizado o controle de acesso, de modo que seja permitido a entrada somente de pessoas autorizadas e devidamente identificadas para desempenho da sua função. Os resíduos sólidos também devem ser cobertos com camadas de terra ou, caso a área esteja desativada, pode ser realizado a retirada dos resíduos do local (FEAM, 2010; GONÇALVES *et al.*, 2013).

Segundo Chokhandre, Singh & Kashyap (2017), em virtude da comprovada contribuição ambiental que os CMR exercem na coleta seletiva dos RSU reduzindo custos do gerenciamento nas etapas de coleta, transporte e disposição final, os investimentos devem ser realizados no sentido de promover a formalização do trabalho por meio de modelos organizacionais, como cooperativas e associações.

Abel-Shafy & Mansour (2018) complementam que os investimentos também devem ser direcionados para conscientização e promoção da coleta seletiva, que vai influenciar diretamente na qualidade dos resíduos recicláveis e na produtividade dos CMR. O investimento em educação ambiental pode ser realizado a partir da implementação de programas educacionais que estimulem a conscientização em escolas municipais e estaduais promovendo a sensibilização na base da sociedade, ou seja, envolvendo crianças e adolescentes.

As campanhas devem ter como foco medidas sustentáveis que evitem o descarte indevido de materiais recicláveis, incentivando a reciclagem e o reaproveitamento, e

enraizando os princípios da coleta seletiva (GONÇALVES *et al.*, 2013; SCHMITT & ESTEVES, 2017).

De maneira geral, apesar das medidas mitigadoras terem sido apresentadas individualmente, as técnicas mitigadoras a serem aplicadas nas ADDIRSU devem atender de forma integrada e conjunta todos os critérios necessários para mitigação da poluição do solo, águas (superficial e subterrânea), ar e impactos no meio biótico e sociais (Feam, 2010). Entende-se neste contexto que técnica mitigadora envolve um conjunto de medidas mitigadoras.

### **3.4.5 Principais técnicas aplicadas em áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos**

As principais técnicas que podem ser aplicadas em ADDIRSU são: remoção dos resíduos sólidos, *landfill mining*, recuperação simples, recuperação parcial, adequação provisória como aterro controlado e/ou aterro sanitário.

Ressalta-se que as técnicas são passíveis de implementação somente após a avaliação das condições ambientais por meio da verificação do atendimento ou não dos critérios já descritos nos tópicos anteriores, pois cada técnica engloba um conjunto de medidas mitigadoras que serão implementadas a partir das condições específicas de cada ADDIRSU.

A técnica de remoção de resíduos sólidos somente é viável quando a quantidade de resíduos a ser removida é considerada pequena, visto que toda a massa retirada deverá ser transportada e destinada num aterro sanitário implicando em custos elevados, além das dificuldades operacionais (FEAM, 2010; NOGUEIRA 2015; RAMOS, 2016).

Apesar de ser uma técnica dispendiosa, a Feam (2010) destaca que a técnica de remoção de resíduos sólidos é altamente recomendada quando o “lixão” estiver localizado em uma área de risco geológico ou geotécnico que possa implicar em perigo para a população ou para o meio ambiente, tais como:

(...) escorregamento do depósito sobre residências localizadas em encostas íngremes, assoreamento de nascentes, possibilidade de ruptura do maciço em razão do empilhamento concentrado dos resíduos em pequenas áreas com grande altura e inclinação (FEAM, 2010, p.15).

A Feam (2010) ainda destaca que, em paralelo a remoção dos resíduos, deve ser realizada uma investigação da contaminação do solo e da água subterrânea. Para os

casos em que não for constatada a contaminação da área, procede-se com medidas mitigadoras corretivas como a deposição de solo natural e o reflorestamento com espécies nativas. Entretanto, para as áreas em que forem constatadas alguma contaminação, o órgão ambiental competente deve ser informado, para que possa determinar as intervenções cabíveis para promover a descontaminação do local.

A técnica de remoção de resíduos sólidos também pode ser aplicada paralelamente com a técnica de *landfill mining*, que conforme Joseph *et al.* (2004), envolve a escavação do solo, triagem e classificação dos resíduos sólidos. Essa técnica tem por objetivo a redução do volume de resíduos sólidos a ser aterrado por meio da separação/classificação dos resíduos em recicláveis, reutilizáveis e produtos combustíveis reduzindo conseqüentemente os custos de transporte e disposição final.

Já a técnica de recuperação simples é amplamente utilizada em áreas que não podem ser mitigadas por meio da adequação como aterros sanitários devido à dificuldades operacionais, sendo viável apenas em áreas com pequenas extensões e quando os resíduos sólidos urbanos não podem ser removidos do local por não atenderem os aspectos técnicos e/ou financeiros (FEAM, 2010; NOGUEIRA, 2015; RAMOS, 2016).

Segundo a Feam (2010), para que a recuperação simples seja aplicável nas áreas degradadas pela disposição irregular de RSU, é necessário que haja o atendimento das seguintes especificações:

- O maciço de resíduos sólidos deve possuir pequena altura e os taludes devem estar estáveis e capeados com o solo;
- Não pode haver manejo dos resíduos sólidos, como também, o depósito não deve estar em áreas de formação cárstica ou outra formação geológica propícia a formação de cavernas;
- Não pode ser realizada em áreas de preservação permanente ou qualquer outra área que seja protegida legalmente, como por exemplo, as reservas biológicas e as áreas próximas aos corpos hídricos (distância menor que 200m);
- Deve haver necessariamente disponibilidade de solo para o encapsulamento dos RSU a menos de 1,5km do local;
- As águas subterrâneas do local não podem estar contaminadas, sendo assim, esse aspecto deve contar previamente com análises laboratoriais químicas e biológicas.

Além disso, a Fundação Estadual do Meio Ambiente também determina que para a aplicabilidade da recuperação simples, necessariamente devem ser realizadas as seguintes atividades (FEAM, 2010, pág. 17):

- Avaliação da extensão da área ocupada pelos resíduos sólidos;
- Delimitação da área com cerca de isolamento e portão;
- Identificação do local com placas de advertência;
- Arrumação dos resíduos em valas escavadas ou reconformação geométrica dos resíduos com a menor movimentação possível, ficando a critério dos técnicos responsáveis, a obtenção da configuração mais estável;
- Conformação do platô superior com declividade mínima de 2% na direção das bordas ou, no caso de valas, o nivelamento final deverá ser feito de forma abaulada para evitar o acúmulo de águas de chuva sobre a vala e ficar em cota superior à do terreno, prevendo-se prováveis recalques;
- Recobrimento do maciço de resíduos com uma camada mínima de 50cm de argila de boa qualidade, inclusive nos taludes laterais.
- Deve ser avaliada a necessidade da utilização de membrana sintética antes da camada de argila para se obter maior impermeabilidade;
- Execução de canaletas de drenagem pluvial a montante do maciço para desvio das águas de chuva;
- Execução de drenos verticais de gás;
- Lançamento de uma camada de terra vegetal ou composto orgânico para possibilitar o plantio de espécies nativas de raízes curtas;
- Registro no cadastro da Prefeitura para restrição de uso futuro da área.

Conforme Feam (2010), a técnica de recuperação parcial é recomendada apenas para municípios maiores, podendo ser aplicada em municípios menores em casos excepcionais. Essa técnica é utilizada quando não é possível realizar a recuperação simples devido às restrições observadas com relação à avaliação da água subterrânea durante os estudos prévios de avaliação da área, e deve seguir obrigatoriamente um projeto conceitual que contemple pelo menos as seguintes medidas (FEAM, 2010, pág.19):

- Reconformação geométrica baseada em avaliação geotécnica para garantir a estabilidade dos taludes e capeamento do “lixão” com selo impermeável de material

argiloso ou material sintético como geomembrana de polietileno de alta densidade (PEAD), se não houver disponibilidade local de argila de boa qualidade;

- Conformação do platô superior com declividade mínima de 2%, na direção das bordas;
- Controle de emissão e tratamento de lixiviados, por meio de barreiras de contenção ou drenos direcionados para sistemas de tratamento, de recirculação ou de acumulação para posterior envio a uma estação de tratamento de esgotos ou para o sistema de tratamento de efluentes do aterro sanitário do município;
- Coleta e desvio das águas superficiais, de forma a minimizar o ingresso das águas de chuva no maciço de resíduos sólidos;
- Controle da emissão e queima de gases;
- Isolamento da área;
- Controle de recalques;
- Controle da qualidade do ar;
- Controle da qualidade das águas superficiais e subterrâneas da área, por meio de poços de monitoramento;
- Implantação de cobertura vegetal com gramíneas nos maciços de resíduos soterrados.

E por último, a técnica de aterro sanitário é amplamente utilizada para mitigação de áreas de disposição inadequada de RSU, conforme Nogueira (2015) e Ramos (2016). A técnica de aterro sanitário pode ser empregada a partir do atendimento dos critérios dispostos pelas normativas da NBR 13.896, COPAM nº 118, NBR 15.849 e Resolução CONAMA nº 404 de 2008 (ABNT, 1997; ABNT, 2010; DN, 2008; BRASIL, 2008).

No caso de aterros sanitários de pequeno porte, a Resolução CONAMA 404 de 2008 dispõe que a recuperação de “lixão” em aterro sanitário é uma alternativa viável, no entanto, é necessário que as características do local permitam que o aterro sanitário tenha uma vida útil maior que 10 anos (BRASIL, 2008).

Conforme destacado por Bisordi *et al.*, (2004), antes da aplicação da técnica de aterro sanitário é necessário realizar um levantamento morfológico atualizado das condições geológicas do local. O levantamento deve contemplar elementos importantes para a elaboração do projeto de caracterização da área, onde deve ser destacado os cursos

d'água, pontos de artesianismos de lixiviado de aterro sanitário e combustão, e poços de abastecimentos de água no entorno (Bisordi *et al.*, 2004).

Em relação as atividades de adequação que devem ser realizadas para a implantação do aterro sanitário em ADDIRSU, Vilhena (2010) e Nicoleite, Overbeck & Müller (2017) levantaram os principais problemas encontrados e as respectivas medidas mitigadoras que devem ser executadas, sendo apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6: Medidas mitigadoras para adequação de áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos pela técnica de aterro sanitário.

Descrição dos problemas	Medidas mitigadoras
Problemas sanitários: esse fator é o primeiro a ser considerado a fim de evitar, sobretudo, problemas ligados à saúde pública	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimentação e conformação da massa de resíduos;</li> <li>• Eliminação do fogo e fumaça obtida devido à cobertura do resíduo;</li> <li>• Delimitação da área de operação;</li> <li>• Limpeza da área de domínio, como consequência da necessidade de delimitação da área.</li> </ul>
Problemas ambientais: afetam indiretamente a saúde pública	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Drenagem das águas pluviais e interdição do contato das águas superficiais com o percolado;</li> <li>• Drenagem e tratamento do biogás e do percolado da massa de resíduos;</li> <li>• Arborização em torno da área (cinturão verde);</li> <li>• Cuidados para evitar a contaminação das águas subterrâneas pela instalação de camada impermeabilizante nas novas fases do aterro.</li> </ul>
Problemas operacionais: relacionam-se diretamente ao manejo de resíduos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamento das áreas que receberam anteriormente os resíduos, concomitantemente ao planejamento das vias internas de acesso, a fim de possibilitar o trânsito de veículo sob quaisquer condições de tempo;</li> <li>• Cobertura diária dos resíduos;</li> <li>• Definição do método de manejo em função da área, dos equipamentos disponíveis e do volume diário de resíduos a ser manejado;</li> <li>• Instalação de monitoramento rodoviária na entrada do aterro;</li> <li>• Inspeção e determinação da composição física dos resíduos que entram a fim de evitar incompatibilidade com o tipo de aterro;</li> <li>• Cobertura final;</li> <li>• Monitorização geotécnica e ambiental;</li> <li>• Manutenção das estruturas do aterro de resíduos e projeto paisagístico e de uso futuro da área;</li> <li>• Cobertura definitiva adequada ao uso futuro da área.</li> </ul>

Fonte: Vilhena (2010).

Os problemas sanitários, ambientais e operacionais encontrados nas áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos, como os descritos no Quadro 6, podem ser mitigados a fim de atender os critérios para utilização da técnica de aterro sanitário ou outra técnica descrita anteriormente a partir da avaliação prévia das condições do local, sendo esta etapa de extrema importância, visto que vai direcionar todas as medidas mitigadoras.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa está inserida no projeto de extensão da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) intitulado: Gerenciamento de Resíduos Sólidos: da coleta à valorização (Siex 500429). O projeto de extensão propiciou a elaboração do Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Espírito Santo (PERS-ES) e parte das informações coletadas para a etapa de diagnóstico foram úteis para elaboração do presente trabalho. Esta pesquisa está inserida na linha de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Mestrado Profissional em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável PPGES/UFES. De maneira geral, os objetivos da pesquisa estão apresentados no Quadro 7. Nos próximos tópicos serão descritas com mais propriedade o referencial metodológico e os procedimentos experimentais utilizados nesta pesquisa.

Quadro 7: Objetivos geral e específicos e respectivas ferramentas metodológicas utilizadas.

<b>Objetivo Geral</b>		
Validação de metodologia para descrição de critérios ambientais (econômicos, sociais, legais e técnicos) úteis na seleção de medidas mitigadoras para áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos.		
<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Estágio Experimental</b>	<b>Metodologia e Ferramentas</b>
Diagnosticar as áreas degradadas pela disposição inadequada de RSU no Espírito Santo	Estágio I	Pesquisa documental
Selecionar aspectos, critérios e medidas mitigadoras para áreas degradadas pela disposição inadequada de RSU	Estágio II	Pesquisa bibliográfica e documental
Enquadrar as áreas degradadas pela disposição inadequada de RSU	Estágio III	Pesquisa documental, aplicação de <i>checklist</i> e Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR)
Avaliar a distribuição dos critérios ambientais e medidas mitigadoras para a área de estudo	Estágio IV	Aplicação de <i>checklist</i> e ferramenta de interpretação dos dados

Fonte: Autoria própria. Legenda: RSU – resíduos sólidos urbanos; ADDIRSU - áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos

### 4.2 REFERENCIAL METODOLÓGICO

A presente pesquisa utilizou os seguintes métodos: pesquisa bibliográfica e documental, Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR), aplicação de *checklist* e ferramenta de análise e interpretação dos dados.

#### **4.2.1 Pesquisa bibliográfica e documental**

Conforme Fontelles *et al.* (2009), entende-se que pesquisa bibliográfica tem como base de análise materiais que já foram publicados, sejam eles em periódicos, ou plataformas que possibilitem a consulta de materiais, como artigos, monografias, teses de mestrado e doutorado e demais materiais que possuam embasamento científico e possam eventualmente ser citados. Já a pesquisa documental é respectiva a consulta de documentos, com alto potencial qualitativo. Entretanto, os materiais disponíveis pela pesquisa documental não recebem nenhum tipo de análise crítica, ou seja, trata-se de materiais que ainda podem ser reelaborados de acordo com objetos elencados pela pesquisa (GIL,1991; FERNANDES & GOMES, 2003, FONTELLES, 2009).

Ainda cabe destacar que na pesquisa documental as fontes de dados de consulta geralmente são classificadas como dados primários e secundários, onde respectivamente, dados primários são referentes a coleta de informações *in loco*, a partir de materiais produzidos pelas próprias pessoas estudadas, como diários, correspondências, questionários, produções literárias e ademais instrumentos. Consequente, dados secundários são derivados de documentos já disponíveis para consulta, como processos, documentos mantidos em órgãos públicos e instituições privadas de qualquer natureza. Além disso, fontes secundárias de informações se baseiam diretamente na fonte primária, e deste modo, tem como características a realização de uma análise com o intuito de ampliação e comparação das informações já contidas na fonte original (GIL,1991; FERNANDES & GOMES, 2003, FONTELLES, 2009).

#### **4.2.2 Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR)**

Segundo Faria (2002), a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) criou em 1997 uma metodologia capaz de sintetizar aspectos e critérios para serem aplicados em ADDIRSU, como “lixões” e aterros controlados, por meio de um Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR). Conforme o autor, o IQR tem como principal objetivo avaliar as condições ambientais das ADDIRSU por meio de critérios baseados em aspectos ambientais de semelhanças, levantados em um formulário no

formato *check-list* que possibilita a análise das reais condições ambientais existentes em áreas de disposição final de resíduos sólidos.

Entretanto, esta metodologia passou por diversos aprimoramentos durante os anos, e em 2017 foi divulgado no inventário do estado de São Paulo constando uma revisão da ferramenta (CETESB, 2017). Anualmente, a Cetesb apresenta como produto final um Inventário Estadual de Resíduos Domiciliares do estado de São Paulo, tendo 9 versões publicadas, tornando-se uma relevante ferramenta para classificação e avaliação de condições ambientais (SANTOS, HAARAGUCHI & LEITÃO, 2012; CETESB, 2017). Dentre as mudanças realizadas para o aprimoramento da ferramenta, percebe-se a exclusão de condições controladas, devido aos diversos problemas ambientais encontrados em aterros controlados, visto que se assemelham a “lixões” (CETESB, 2017).

Andrade, Serra & Andrade (2013) e Gama *et al.* (2016) destacam como vantagem da utilização do IQR, o fato do mesmo poder ser aplicado por meio de pesquisa documental, o que facilita de fato os esforços mobilizados para trabalhos de campo. Segundo os autores, quando já é existente um diagnóstico ambiental da área na forma de PRAD, ou de outros documentos que constem estudos ambientais específicos sobre a área, o IQR pode ser facilmente aplicado.

No Quadro 8, encontra-se o modelo do formulário *check-list* divulgado em 2017 pela Cetesb.

Quadro 8: Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos aplicado em ADDIRSU no estado de São Paulo – Brasil (continua).

Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
Estrutura de apoio	1. Portaria, Balança e vigilância	Sim/Suficiente	2	
	1. Portaria, Balança e vigilância	Não/Insuficiente	0	
	2. Isolamento físico	Sim/Suficiente	2	
	2. Isolamento físico	Não/Insuficiente	0	
	3. Isolamento visual	Sim/Suficiente	2	
	3. Isolamento visual	Não/Insuficiente	0	
	4. Acesso à frente de descargas	Adequado	3	
	4. Acesso à frente de descargas	Inadequado	0	
Frente de trabalho	5. Dimensões da frente de trabalho	Adequado	5	
	5. Dimensões da frente de trabalho	Inadequado	0	
	6. Compactação dos resíduos	Adequado	5	
	6. Compactação dos resíduos	Inadequado	0	
	7. Recobrimento dos resíduos	Adequado	5	
	7. Recobrimento dos resíduos	Inadequado	0	

Quadro 8: Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos aplicado em ADDIRSU no estado de São Paulo – Brasil (continuação).

Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
Taludes e bermas	8. Dimensões e inclinações	Adequado	4	
	8. Dimensões e inclinações	Inadequado	0	
	9. Cobertura de terra	Adequado	4	
	9. Cobertura de terra	Inadequado	0	
	10. Proteção vegetal	Adequado	3	
	10. Proteção vegetal	Inadequado	0	
	11. Afloramento de chorume	Não/Raros	4	
	11. Afloramento de chorume	Sim/Numerosos	0	
Superfície superior	12. Nivelamento da superfície	Adequado	5	
	12. Nivelamento da superfície	Inadequado	0	
	13. Homogeneidade da cobertura	Sim	5	
	13. Homogeneidade da cobertura	Não	0	
Estrutura de proteção ambiental	14. Impermeabilização do solo	Sim/Adequado	10	
	14. Impermeabilização do solo	Não/Inadequado	0	
	15. Profundidade lençol freático (P) x permeabilidade do solo (K)	$P > 3m, k < 10^{-6} \text{ cm/s}$	4	
	15. Profundidade lençol freático (P) x permeabilidade do solo (K)	$1 \leq P \leq 3m, k < 10^{-6} \text{ cm/s}$	2	
	15. Profundidade lençol freático (P) x permeabilidade do solo (K)	Condição inadequada	0	
	16. Drenagem de chorume	Sim/Suficiente	4	
	16. Drenagem de chorume	Não/Insuficiente	0	
	17. Tratamento de chorume	Sim/Adequado	4	
	17. Tratamento de chorume	Não/Inadequado	0	
	18. Drenagem provisória de águas pluviais	Suficiente/Desnecessário	3	
	18. Drenagem provisória de águas pluviais	Não/Insuficiente	0	
	19. Drenagem definitiva de águas pluviais	Suficiente/Desnecessário	4	
	19. Drenagem definitiva de águas pluviais	Não/Insuficiente	0	
	20. Drenagem de gases	Suficiente/Desnecessário	4	
	20. Drenagem de gases	Não/Insuficiente	0	
	21. Monitoramento de águas subterrâneas	Adequado	4	
	21. Monitoramento de águas subterrâneas	Inadequado/Insuficiente	1	
	21. Monitoramento de águas subterrâneas	Inexistente	0	
22. Monitoramento geotécnico	Adequado/Desnecessário	4		
22. Monitoramento geotécnico	Inadequado/Insuficiente	1		
22. Monitoramento geotécnico	Inexistente	0		
Subtotal 1			86	
Outras informações	23. Presença de catadores	Não	2	
	23. Presença de catadores	Sim	0	
	24. Queima de resíduos	Não	2	
	24. Queima de resíduos	Sim	0	
	25. Ocorrência de moscas e odores	Não	2	
	25. Ocorrência de moscas e odores	Sim	0	

Quadro 8: Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos aplicado em ADDIRSU no estado de São Paulo – Brasil (conclusão).

Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
	26. Presença de aves e animais	Não	2	
	26. Presença de aves e animais	Sim	0	
	27. Recebimento de resíduos não autorizados	Não	2	
	27. Recebimento de resíduos não autorizados	Sim	0	
	28. Recebimento de resíduos industriais	Sim		
	28. Recebimento de resíduos industriais	Não		
	29. Estruturas e procedimentos	Suficiente/Adequado	10	
	29. Estruturas e procedimentos	Insuficiente/Inadequado	0	
Subtotal 2.1			10	
Subtotal 2.2			20	
Característica da área	30. Proximidades de núcleos habitacionais	>=500m	2	
	30. Proximidades de núcleos habitacionais	<500m	0	
	31. Proximidades de corpos de água	>=200m	2	
	31. Proximidades de corpos de água	<200m	0	
	32. Vida útil da área	<=2 anos		
	32. Vida útil da área	2<x<=5 anos		
	32. Vida útil da área	> 5 anos		
	33. Restrições legais ao uso do solo	Sim		
	33. Restrições legais ao uso do solo	Não		
Subtotal 3			4	
TOTAL MÁXIMO (100)		TOTAL MÁXIMO (110)		
TOTAL MÁXIMO 2.1		TOTAL MÁXIMO 2.2		
sem recebimento de resíduos industriais		com recebimento de resíduos industriais		
IQR-SOMA DOS PONTOS/10		IQR-SOMA DOS PONTOS/11		
sem recebimento de resíduos industriais		com recebimento de resíduos industriais		
Cálculo do IQR				
(sem receb. Resíduos industriais) IQR = (SUBTOTAIS1 + 2.1 + 3)/10 = 10				
(com receb. Resíduos industriais) IQR = (SUBTOTAIS 1 + 2.2 + 3)/11 = 10				
IQR		AVALIAÇÃO		
0,0 a 7,0		Condições inadequadas		
7,1 a 10,0		Condições adequadas		

Fonte: Cetesb (2017).

No Quadro 8, percebe-se que os aspectos utilizados são referentes a estrutura de apoio, frente de trabalho, taludes e bermas, superfície superior, estrutura de proteção ambiental, dentre outras informações e características da área.

Salienta-se que os critérios de avaliação são guiados pelos aspectos ambientais, pois esses, caracterizam a real causa da degradação ambiental (FARIA, 2002; CETESB,

2017). Por fim, a avaliação dos critérios resultará no apontamento de condições adequadas ou inadequadas ambientalmente (CETESB, 2017).

No estudo de Marinho & Oliveira (2013) foi aplicado o IQR no aterro sanitário de Palmas/TO. Conforme conclusão dos autores, o índice subsidiou um panorama sobre as condições inadequadas encontradas no aterro sanitário, e desta forma foi possível evidenciar ações que visaram de imediato modificar a infraestrutura, e principalmente a operação. De fato, foi verificado que o aterro não possuía condições em conformidade com as normas operacionais, bem como estrutura adequada, e essas questões estavam impactando diretamente os compartimentos ambientais como solo, água, ar, flora e fauna. Para tanto, a nota final do IQR foi respectiva a 6,0 pontos, o que apontou condições controladas, haja visto que o estudo foi realizado em 2013. Abaixo encontram-se demais autores que utilizaram o IQR para a mesma finalidade em suas pesquisas representando desta forma a sua viabilidade de replicação

No (Quadro 9) encontram-se compilados os demais estudos que utilizaram o IQR para avaliação das condições ambientais de ADDIRSU demonstrando a viabilidade técnica de replicação.

Quadro 9: Compilação dos estudos que aplicaram o Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos para ponderar condições ambientais em áreas destinadas à disposição final de RSU.

<b>Títulos</b>	<b>Ferramenta de ponderação de critérios de avaliação</b>	<b>Ano</b>	<b>Autores</b>
Diagnóstico sobre a disposição final dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Maringá, Estado do Paraná, Brasil	Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos	2004	Júnior <i>et al.</i> (2004)
Sistematização técnico-organizacional de programas de gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos em municípios do Estado do Paraná	Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos	2004	Ramos
O desenvolvimento de um modelo de banco de dados para sistematização de programas de gerenciamento integrado de resíduos sólidos em serviços de limpeza pública	Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos	2006	Braga & Ramos (2006)
Projetos de MDL em aterros sanitários no Brasil: alternativa para o desenvolvimento sustentável	Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos	2006	Duarte (2006)
Aterro sanitário de Limeira: diagnóstico ambiental	Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos	2006	Guizard <i>et al.</i> (2006)
Desempenho operacional e ambiental de unidades de reciclagem e disposição final de resíduos sólidos domésticos financiadas pelo ICMS ecológico de Minas Gerais	Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos	2007	Filho & Sobreira (2007)
Proposta de melhoria de aterro de resíduos sólidos urbanos para um pequeno município	Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos	2010	Guerra, Vidal e Souza (2010)
Validação da disposição final de resíduos sólidos urbanos no município de Cianorte, Paraná.	Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos	2011	Alberim <i>et al.</i> (2011)
Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR) como subsídio para avaliar o sistema de disposição final do município de Anápolis-GO	Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos	2012	Santos, Haraguchi & Leitão (2012)
Aplicação de uma ferramenta de gestão ambiental de qualidade de aterros de resíduos sólidos urbanos	Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos	2013	Andrade, Serra e Andrade (2013)
Avaliação da área de disposição final de resíduos sólidos urbanos do município de Uniflor-PR com base no Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR)	Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos	2015	Amadeo (2015)
Avaliação de um aterro controlado de resíduos sólidos urbanos através do método de IQR-valas	Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos	2015	Galdino, Martins & Silva (2015)
Considerações sobre o uso de novas variáveis no IQR em terrenos cársticos da região do Mato Grande/RN	Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos	2016	Rocha (2016)
Aplicação do Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR) em área de disposição de resíduos sólidos urbanos do município de Riacho Frio – PI	Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos	2016	Silva <i>et al.</i> (2016)
Diagnóstico sobre a disposição final dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Maringá, Estado do Paraná, Brasil	Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos	2018	Rosado (2018)
Sistematização técnico-organizacional de programas de gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos em municípios do Estado do Paraná	Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos	2018	Rosado & Azenha (2018)

Fonte: Autoria própria.

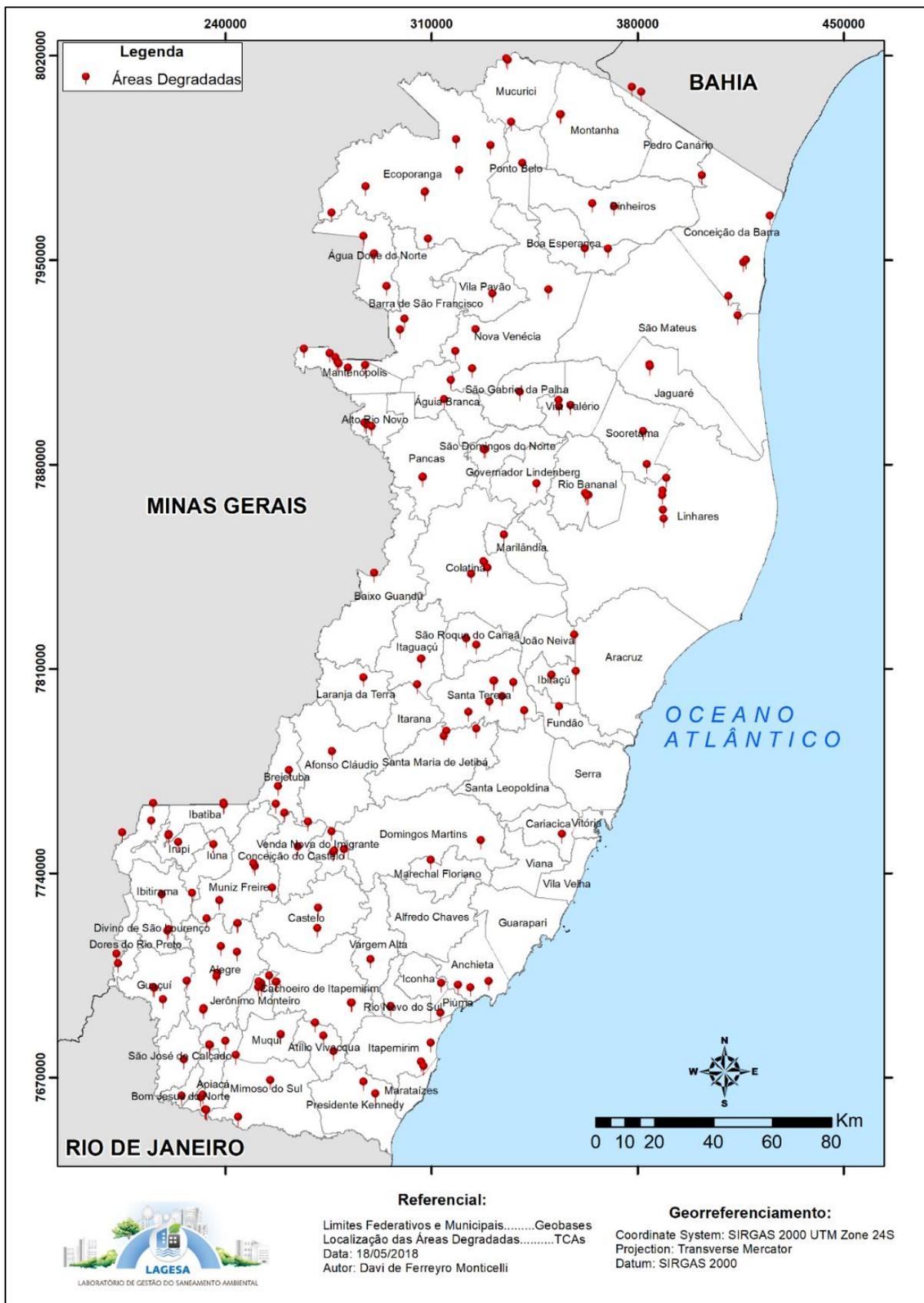
### 4.3 ÁREA DE ESTUDO

A presente pesquisa delimitou como área de estudo as ADDIRSU identificadas no estado do Espírito Santo até 2018. É importante ressaltar que foram consideradas como áreas degradadas pela disposição inadequada de RSU os locais declarados pelas prefeituras, bem como àquelas áreas órfãs identificadas pelos órgãos ambientais estaduais ou municipais, visto que as áreas degradadas por empreendimentos privados já estavam contempladas em seus devidos processos de licenciamento ambiental. Cabe destacar também que não foram avaliados pontos viciados e pontos não registrados como ADDIRSU pelas prefeituras municipais.

Com estas restrições, verificou-se que no Espírito Santo, que contempla um total de 78 municípios, apenas os municípios de Aracruz, Cariacica, Fundão, Guarapari, Santa Leopoldina, Serra, Vargem Alta, Viana, Vila Velha, e Vitória não declararam possuir ADDIRSU em seu território.

A Figura 1 mostra a localização das ADDIRSU no estado do Espírito Santo identificadas por meio do levantamento realizado. Ao todo, conforme pesquisa documental, foram identificadas 192 ADDIRSU, onde a representatividade dentre cada município encontra-se listada no Quadro 10.

Figura 1: Identificação das áreas degradadas por disposição inadequada de resíduos no Espírito Santo.



Fonte: PERS-ES (2019).

Quadro 10: Quantitativo de áreas degradadas pela disposição de resíduos sólidos urbanos no estado do Espírito Santo até dezembro de 2018 por município.

<b>MUNICÍPIO</b>	<b>ADDIRSU</b>	<b>MUNICÍPIO</b>	<b>ADDIRSU</b>
Afonso Cláudio	1	Jaguare	3
Água Doce do Norte	5	Jerônimo Monteiro	7
Águia Branca	2	João Neiva	1
Alegre	9	Laranja da Terra	1
Alfredo Chaves	1	Linhares	5
Alto Rio Novo	3	Mantenópolis	7
Anchieta	3	Marataízes	1
Apiacá	8	Marechal Floriano	2
Atílio Vivácqua	3	Marilândia	2
Baixo Guandu	1	Mimoso do Sul	4
Barra de São Francisco	2	Montanha	2
Boa Esperança	2	Mucurici	3
Bom Jesus do Norte	1	Muniz Freire	5
Brejetuba	3	Muqui	2
Cachoeiro de Itapemirim	2	Nova Venécia	3
Castelo	2	Pancas	3
Colatina	4	Pedro Canário	3
Conceição da Barra	3	Pinheiros	2
Conceição de Castelo	3	Piúma	1
Divino São Lourenço	2	Ponto Belo	2
Domingos Martins	2	Presidente Kennedy	2
Dores do Rio Preto	2	Rio Bananal	1
Ecoporanga	7	Rio Novo do Sul	2
Governador Lindemberg	1	Santa Maria de Jetibá	2
Guaçuí	4	Santa Teresa	6
Ibatiba	4	São Domingos do Norte	2
Ibiraçu	2	São Gabriel da Palha	1
Ibitirama	2	São José do Calçado	1
Iconha	2	São Mateus	2
Irupi	3	São Roque do Canaã	2
Itaguaçu	1	Sooretama	3
Itapemirim	4	Venda Nova do Imigrante	5
Itarana	2	Vila Pavão	1
Íuna	4	Vila Valério	3

Fonte: Autoria própria.

Conforme pode ser observado na Figura 3, as ADDIRSUs não estão concentradas em nenhuma região do estado estando presente em 96 % dos municípios, sendo que Alegre, Apiacá, Ecoporanga, Jerônimo Monteiro e Mantenópolis são os municípios de possuem mais áreas degradadas pela disposição de resíduos sólidos urbanos identificadas.

#### 4.4 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O procedimento experimental foi realizado em 4 estágios, sendo detalhados a seguir.

##### **4.4.1 Estágio I – Diagnosticar as áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no estado do Espírito Santo**

A metodologia para o diagnóstico sobre as ADDIRSU envolveu o levantamento de dados secundários por intermédio de pesquisa documental nos órgãos públicos, em especial junto ao Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Iema), prefeituras municipais, bem como aqueles armazenados no site da Associação dos Municípios do Estado do Espírito Santo (Amunes). Também foram utilizadas informações utilizadas para construção do PERS/ES, como será descrito adiante.

A pesquisa documental teve como propósito realizar uma classificação das 192 ADDIRSU identificadas no estado do Espírito Santo em: áreas de bota fora não licenciado, aterro controlado, “lixão” ativo, “lixão” desativado e área de transbordo.

Desta forma, foram consultados processos de licenciamento ambiental no Iema e processos de licenciamento ambiental nas prefeituras municipais com datadas a partir de 2013 até 2018.

Para quantificação e coleta de informações adicionais das ADDIRSU, também foram consultados Temos de Compromisso Ambiental (TCA) assinados entre os Ministério Público do estado do Espírito Santo e prefeituras municipais a partir de 2013. Estes TCAs foram respectivos ao compromisso assumido pelos municípios em estabelecer ações e procedimentos necessários para adequação do atual sistema de destinação e disposição final de resíduos sólidos nos municípios capixabas, dotando-os de medidas de controle ambiental à sua operação até o seu encerramento.

Para consolidação das informações coletadas a partir da pesquisa documental, os demais dados, fundamentais ao diagnóstico destas áreas, foram obtidos por meio de levantamento *in loco*, a partir da aplicação de questionários em 78 prefeituras municipais do Espírito Santo, pois conforme citado anteriormente, esta pesquisa foi desenvolvida em paralelo à elaboração do PERS-ES. Desta forma, o questionário utilizado para coleta de informações foi elaborado pelos pesquisadores do Laboratório de Gestão do Saneamento Ambiental (LAGESA) da UFES (Anexo A). Destaca-se que os técnicos que atuaram em campo foram orientados a conduzir o entrevistado para

informar se o município compreendia outras áreas além daquelas já informadas ao lema.

O diagnóstico contemplou duas abordagens: a Caracterização das ADDIRSU e a determinação da Condição atual das ADDIRSU.

O PERS-ES levantou informações a fim de caracterizar às ADDIRSU no Estado que foram cedidas pelo LAGESA/UFES, conforme consta no Anexo B.

Na Caracterização das ADDIRSU, os dados foram tratados a fim de apontar informações sobre: atividade desempenhada (“lixão” desativado, “lixão” ativo, bota fora não licenciado, aterro controlado, área de transbordo); tipos de resíduos ou rejeitos dispostos nos locais; situação do uso (desativado, em operação, em recuperação, não informado, recuperado); tempo de utilização em anos; usuários das áreas de disposição; e proximidade com áreas de preservação permanente, áreas de ocupação urbana, faixas de domínio de rodovias, e pontos de captação de água, conforme detalhado no Quadro 11.

Quadro 11: Informações coletadas no PERS-ES para caracterização das ADDIRSU no estado do Espírito Santo.

<b>Atividade</b>	<b>Descrição da atividade executada no local</b>
<b>Localização das áreas de disposição inadequada de resíduos ou rejeitos</b>	- Município
	- Coordenadas geográficas / Localização
	- Tipo de resíduo ou rejeito
	- Presença de catadores
	- Situação de uso (em operação, desativado, em recuperação ou recuperado)
	- Tempo de utilização em anos
	- Usuário da área de disposição (comunidade, prefeitura, empresa(s) e outros)
<b>Uso e cobertura do solo</b>	- Áreas de Preservação Permanente
	- Faixas de domínio de estradas
	- Área da Unidade de Transbordo e Disposição Final de Resíduos
<b>Pontos de captação de água</b>	- Caracterização do ponto como sendo de captação de água em corpo hídrico, poço artesiano ou poço de monitoramento de lençol freático

Fonte: PERS-ES (2019).

Para determinar a Condição atual das ADDIRSU e complementar as informações descritas no Quadro 11, também foram coletadas informações para realizar uma análise a respeito das obrigatoriedades de cumprimento dos TCAs, a fim de destacar o *status* de compromisso e cumprimento de cada município em relação ao andamento das questões firmadas para mitigação das ADDIRSU no estado do Espírito Santo. Dos

elementos mínimos exigidos, foram analisados os quesitos apresentados no Quadro 12.

Quadro 12: Quesitos analisados nos TCAs para determinação da condição atual das ADDIRSU.

<b>Quesitos</b>
Contrato de prestação de serviços de destinação final de resíduos sólidos urbanos, inclusive a respectiva licença ambiental
Instalar placa informativa na entrada da área
Providenciar cercamento, guarita e cancela nas áreas
Implantar e manter sistema de drenagem superficial para desviar o fluxo das águas pluviais
Instalar e manter sistema de drenagem de gases
Proibir moradias temporárias ou permanentes

Fonte: Autoria própria.

Todas as informações coletadas (Quadro 11 e Quadro 12) foram tabuladas em *software excel* e tratadas de forma a gerar gráficos representativos para descrever um diagnóstico consistente das ADDIRSU no estado do Espírito Santo.

#### **4.4.2 Estágio II – Selecionar aspectos, critérios e medidas mitigadoras estratégicas para as áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no estado do Espírito Santo**

Na pesquisa bibliográfica foram consultados artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais acessados a partir do portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e sítio eletrônico da *Science direct*. As pesquisas foram realizadas utilizando-se os seguintes termos de busca: área degradada, resíduo sólido urbano, critério, aspecto, medidas mitigadoras, dentre outros. Entretanto, para uma maior precisão da pesquisa também foram utilizados termos em inglês como *dump, landfill, municipal solid waste, remediation strategies* a fim de encontrar artigos bem-conceituados dentre as distintas plataformas disponíveis para pesquisa. O horizonte de coleta de dados da pesquisa foi limitado dentre os anos de 2010 a 2019.

Neste estágio, a pesquisa bibliográfica teve como finalidade subsidiar a tomada de decisão para escolha de medidas mitigadoras que dispõem sobre as características específicas das ADDIRSU. Considerando a fragilidade das ADDIRSU devido aos aspectos ambientais que impactam positivamente na poluição ou não, foram elencados critérios já aplicados em outros trabalhos, bem como medidas bem-sucedidas e economicamente viáveis como estratégias de mitigação ambiental.

Já a pesquisa documental utilizou como fonte de dados: TCA/02<sup>2</sup>, processos constantes no lema sobre ADDIRSU, questionários aplicados pelo PERS-ES e Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs) apresentados para avaliação do lema. A partir dos PRADs foi possível evidenciar algumas medidas mitigadoras já implementadas em ADDIRSU em *status* de recuperação ambiental servindo como referência para ampla replicação visando a resolução de problemas ambientais comuns em ADDIRSU.

Na pesquisa bibliográfica e documental foram determinados quais aspectos podem causar impactos ambientais em ADDIRSU, enquanto o diagnóstico realizado no Estágio I apontou problemas ambientais e o *status* atual de recuperação das ADDIRSU capixabas. A partir da análise conjunta de todas as informações foram sintetizados os critérios de avaliação dos aspectos.

Vale destacar que o trabalho já contava com o levantamento prévio de critérios de avaliação através do Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos elaborado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb) que materializou os critérios a partir de uma ampla revisão de fontes de informações como leis ambientais, trabalhos científicos e ademais, sendo aprimorados ao longo dos anos.

A relevância da replicação do IQR foi evidenciada por meio de revisão de literatura e dos resultados encontrados no Estágio I. Os critérios de avaliação do IQR foram acatados com algumas adaptações dos termos conforme segue-se: portaria, balança e vigilância/presença de portaria, monitoramento e vigilância; dimensões da frente de trabalho/verificação de dimensões e inclinação; dimensões da frente de trabalho/atendimento às dimensões da frente de trabalho; afloramento de chorume/afloramento de lixiviado de aterro sanitário; drenagem do chorume/drenagem do lixiviado de aterro sanitário; tratamento de chorume/tratamento do lixiviado de aterro sanitário; ocorrência de moscas e odores/ocorrência de vetores e odores. Também foram estipulados os limites esperados a fim de viabilizar a posterior aplicação a partir do preenchimento de uma lista de verificação no formato de *checklist*.

---

<sup>2</sup> Legenda: TCA/02 é respectivo a Termo de Compromisso Ambiental de número 02 assinado em 2013. Estes, são respectivos ao compromisso de estabelecer ações e procedimentos necessários a adequação do atual sistema de destinação e disposição final de resíduos sólidos nos municípios.

Em seguida, com base nos aspectos e critérios de avaliação, foi elaborado um quadro com as respectivas medidas mitigadoras consideradas como estratégicas para mitigação dos impactos ambientais ocorrentes em ADDIRSU. O intuito é que as medidas mitigadoras sejam direcionadas aos aspectos, após o apontamento das condições inadequadas. Consequente, as medidas mitigadoras selecionadas foram numeradas, a fim de destacar posteriormente uma análise de frequência das citações, que é referente à necessidade de readequação das condições inadequadas encontradas dentre cada uma das ADDIRSU que compuseram o plano amostral de análise.

#### **4.4.3 Estágio III – Enquadrar as Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos com aplicação do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos**

O Estágio III teve como objetivo realizar um enquadramento das ADDIRSU em três faixas de valores, que foram julgadas a partir da pontuação máxima encontrada dentre as 32 ADDIRSU que compuseram o plano amostral de análise, de modo a destacar três conjuntos (crítico, intermediário e baixo) em relação a degradação ambiental. Além disso, os resultados obtidos pelo IQR também possibilitaram identificar se alguma ADDIRSU estaria apta para readequação pela técnica de aterros sanitários, visto que esta técnica é mais complexa estratégia ambiental, além de possibilitar economia de custos a longo prazo.

Para tanto, inicialmente foi realizada uma pesquisa documental no lema afim de identificar quais municípios apresentaram o PRAD relativo às ADDIRSU. Foram encontrados 18 PRADS que contemplaram o total de 32 ADDIRSU. Entende-se que, as ADDIRSU que possuem PRAD são áreas que obrigatoriamente possuem um diagnóstico ambiental detalhado, onde são levantadas características do meio físico, biótico e antrópico e outros levantamentos importantes, permitindo dessa forma o destaque das condições ambientais para conseqüente ponderação e cálculo do IQR total.

Os PRADs são divididos em três fases que refletem o respectivo *status* de desenvolvimento:

- Fase 1 corresponde a avaliação das condições de comprometimento ambiental das áreas através de um diagnóstico ambiental preliminar;
- Fase 2 é pertinente a investigação das condições reais da degradação ambiental da área;
- Fase 3 refere-se aos programas, projetos e ações baseados nos resultados obtidos nas fases anteriores.

Dessa forma, os PRADs foram analisados e as condições ambientais foram levantadas através de um *checklist* que contemplou as seguintes informações: município, quantidade de ADDIRSU, situação do uso, período de utilização, tipologia de resíduo disposto, dimensões, isolamento físico e visual, identificação, presença de aves e vetores, distância dos centros urbanos, moradias permanentes, hidrologia, geologia, geomorfologia, pedologia, climatologia, regime pluviométrico, permeabilidade do solo, nível do lençol freático, flora, APP, aspectos socioeconômicos, impactos na saúde pública, população que trabalhe na área e no entorno, presença de catadores, situação da área (contaminação), presença de lixiviado, impacto sobre o solo, impacto sobre os recursos hídricos, impactos sobre o ar, volume de resíduos depositado, características das cavas, recobrimentos de resíduos, drenagem local (drenos de gases, caixas secas e etc.), levantamento planialtimétrico, e medidas mitigadoras já implementadas (Apêndice A).

Nos casos em que houve ausência de informações em relação a determinado aspecto na análise documental dos PRADs, considerou-se sempre o pior caso dentre as possibilidades, haja visto que o plano amostral foi composto por 98% de áreas de “lixão” (30 áreas) e 2% (2 áreas) de aterros controlados cujas características se assemelham.

Em posse das informações apresentadas no Apêndice A, as condições ambientais foram classificadas através de um *checklist*, e ponderadas em conformidade com o mesmo, pois este foi o responsável em verificar o atendimento ou não dos limites esperados para cada critério de avaliação. Destaca-se que apenas foram consideradas condições ambientais intermediárias em vista da informação específica dentre os PRADs. Contudo, ao agrupar as condições ambientais estas foram acumuladas às condições inadequadas, pois também foram insuficientes.

A seguir, na Tabela 6 encontram-se os pesos que foram utilizados para pontuar as condições ambientais, e todas as possibilidades de avaliação de cada critério, podendo estas serem adequadas ou inadequadas, e também utilizados no cálculo do IQR total. Destaca-se que, esses valores de medição foram aferidos pela Cetesb, e os mesmos, foram mantidos e replicados, como forma de apontar uma avaliação comparativa.

Tabela 6: Súmula das informações necessárias para determinação do Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (continua).

Aspectos	Crítérios	Avaliação	Peso
Estrutura de apoio	1. Portaria, Monitoramento e vigilância	Não/Insuficiente Sim/Suficiente	0/2
	2. Isolamento físico	Não/Insuficiente Sim/Suficiente	0/2
	3. Isolamento visual	Não/Insuficiente Sim/Suficiente	0/2
	4. Acesso à frente de descargas	Inadequado e Adequado	0/3
Frente de trabalho	5. Atendimento às dimensões da frente de trabalho	Inadequado e Adequado	0/5
	6. Compactação dos resíduos	Inadequado e Adequado	0/5
	7. Recobrimento dos resíduos	Inadequado e Adequado	0/5
Taludes e bermas	8. Dimensões e inclinações	Inadequado e Adequado	0/4
	9. Cobertura de terra	Inadequado e Adequado	0/4
	10. Proteção vegetal	Inadequado e Adequado	0/3
	11. Afloramento de lixiviado de aterro sanitário	Sim/Numerosos e Não/Raros	0/4
Superfície superior	12. Nivelamento da superfície	Inadequado e Adequado	0/5
	13. Homogeneidade da cobertura	Não e Sim	0/5
Estrutura de proteção ambiental	14. Impermeabilização do solo	Não/Inadequado e Sim/Adequado	0/10
	15. Profundidade lençol freático (P) x permeabilidade do solo (k)	Condição inadequada e $1 \leq P \leq 3\text{m}$ , $k < 10^{-6} \text{ cm/s}^*$ e $P > 3\text{m}$ , $k < 10^{-6} \text{ cm/s}$	0/2/4
	16. Drenagem de lixiviado de aterro sanitário	Não/Insuficiente e Sim/Suficiente	0/4
	17. Tratamento de lixiviado de aterro sanitário	Não/Inadequado e Sim/Adequado	0/4
	18. Drenagem provisória de águas pluviais	Não/Insuficiente e Suficiente/Desnecessário	0/3
	19. Drenagem definitiva de águas pluviais	Não/Insuficiente e Suficiente/Desnecessário	0/4
	20. Drenagem de gases	Não/Insuficiente e Suficiente/Desnecessário	0/4
	21. Monitoramento de águas subterrâneas	Inexistente e Inadequado e Insuficiente Adequado	0/1/4
22. Monitoramento geotécnico	Inexistente e Inadequado/Insuficiente* e Adequado/Desnecessário	0/1/4	
<b>Subtotal 1 (Máx = 86)</b>			
Outras informações	23. Presença de catadores	Sim e Não	0/2
	24. Queima de resíduos	Sim e Não	0/2
	25. Ocorrência de moscas e odores	Sim e Não	0/2
	26. Presença de aves e animais	Sim e Não	0/2
	27. Recebimento de resíduos não autorizados	Sim e Não	0/2
	28. Recebimento de resíduos industriais	Sim e Não	.. <sup>3</sup>
	29. Estruturas e procedimentos	Insuficiente/Inadequado e Suficiente/Adequado	0/10
<b>Subtotal 2.1 (Máx = 10)</b>			
<b>Subtotal 2.2 (Máx = 20)</b>			

<sup>3</sup> Para os casos que não constam ponderação de pesos destaca-se que o IQR não se utiliza desses elementos como parte da medição.

Tabela 6: Súmula das informações necessárias para determinação do Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (conclusão).

Aspectos	Critérios	Avaliação	Peso
Característica da área	30. Proximidades de núcleos habitacionais	<500m e >=500m	0/2
	31. Proximidades de corpos de água	<200m e >=200m	0/2
	32. Vida útil da área	> 5 anos e 2<x<=5 anos e <=2 anos	-
	33. Restrições legais ao uso do solo	Sim e Não	-
Subtotal 3 (Máx = 4)			

Fonte: Adaptado de Cetesb (2017). Legenda: as avaliações que foram destacadas com asterisco (\*) são respectivas aos valores intermediários, e consideradas como insuficientes para apontar condições adequadas.

A partir das informações coletadas (Tabela 6), o IQR total foi calculado por meio da soma dos valores obtidos nos três subtotais (Subtotal 1 + Subtotal 2 + Subtotal 3). No Quadro 13 e Quadro 14 encontram-se as equações aplicadas para o cálculo do IQR total considerando as condições com e sem recebimento de resíduos industriais.

Quadro 13: Total máximo das condições (com recebimento e sem recebimento de resíduos industriais) do IQR.

TOTAL MÁXIMO (100) - TOTAL MÁXIMO 2.1	TOTAL MÁXIMO (110) - TOTAL MÁXIMO 2.2
sem recebimento de resíduos industriais	com recebimento de resíduos industriais
<b>IQR-SOMA DOS PONTOS/10</b>	<b>IQR-SOMA DOS PONTOS/11</b>
sem recebimento de resíduos industriais	com recebimento de resíduos industriais

Fonte: CETESB (2017).

Quadro 14: Condição de cálculo do IQR sem recebimento e com recebimento de resíduos industriais

Cálculo do IQR
IQR (sem recebimento resíduos industriais) = (Subtotal 1 + Subtotal 2.1 + Subtotal 3)/10 = 10
IQR (com recebimento resíduos industriais) = (Subtotal 1 + Subtotal 2.2 + Subtotal 3)/11 = 10

Fonte: CETESB (2017).

IQR total com valores superiores a 7,1 obtidos por meio das equações descritas no Quadro 13 e 14 representam condições adequadas, e valores inferiores a 7,1 conferem condições inadequadas.

A seguir, em posse da avaliação de cada ADDIRSU como destacado no objetivo central deste tópico, estas áreas foram divididas em três faixas de valores e suas condições ambientais comuns foram agrupadas.

Por fim, verificou-se através das condições ambientais apontadas pelos critérios dentre as três faixas, se as ADDIRSU estariam aptas a readequação pela técnica de aterros sanitários. A presente pesquisa utilizou como referência o caderno de reabilitação de áreas degradadas por RSU publicado pela Feam em 2010, a partir do qual foi possível destacar critérios pertinentes à implementação de aterros sanitários.

#### 4.4.4 Estágio IV – Avaliar a distribuição dos critérios ambientais e medidas mitigadoras para a área de estudo

Após a classificação das condições ambientais das 32 ADDIRSU por meio do *checklist* e da ponderação dos critérios ambientais pelo IQR, as condições ambientais foram agrupadas em uma planilha para avaliação sistemática dos valores verificados para cada área. O intuito foi agrupar as características comuns em relação as avaliações dos critérios pertencentes a cada subgrupo de aspectos ambientais.

Primeiramente foi realizado um cálculo das médias alcançadas dentre os Subtotais (Subtotal 1, Subtotal 2 e Subtotal 3) a partir dos valores dos seus respectivos aspectos ambientais. O cálculo teve como finalidade realizar um comparativo em relação ao máximo esperado pela pontuação do IQR, ou seja, as condições encontradas a partir dos aspectos se apresentaram em conformidade com os valores esperados pela pontuação, ou aquém.

Adiante as condições inadequadas apontadas pelos critérios de avaliação foram organizadas por meio de estatística descritiva para evidenciar uma hierarquização em relação aos impactos encontrados, ou seja, quais critérios foram mais mal avaliados dentre todo conjunto de análise, e assim colocá-los a partir de um *ranking* organizado por frequências de citações voltados como prioritários a mitigação ambiental.

Na sequência foram listadas estratégias voltadas à mitigação das condições inadequadas apontadas por cada critério de avaliação. Posteriormente, foi realizada uma análise das frequências de citações, ou seja, a quantidade de vezes que uma mesma medida foi indicada como estratégia dentre o plano amostral de análise.

Estas frequências foram somadas e o total foi adotado como 100% das proposições necessárias para resolução de todos impactos ambientais evidenciados. A intenção foi apresentar quais são as medidas mais citadas e necessárias de implementação dentre as 32 ADDIRSU no estado do Espírito Santo, e desta forma, a representação dos resultados foram apresentados de forma decrescente.

O intuito desta ferramenta nesta pesquisa é possibilitar que diversas áreas sejam avaliadas simultaneamente, de forma a viabilizar que as estratégias de mitigação sejam executadas conjuntamente. Desta forma, as condições inadequadas

encontradas em áreas de disposição final de RSU podem ser regularizadas com maior eficiência e em menor prazo permitindo que áreas mais problemáticas do ponto de vista ambiental possam ser mitigadas através de estágios, estabelecendo projetos, programas e ações de curto, médio e longo prazo. A tomada de decisão em conjunto pode otimizar custos, bem como possibilita uma ampla análise da gestão das ADDIRSU no Estado.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 DIAGNÓSTICO DAS ÁREAS DEGRADADAS PELA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

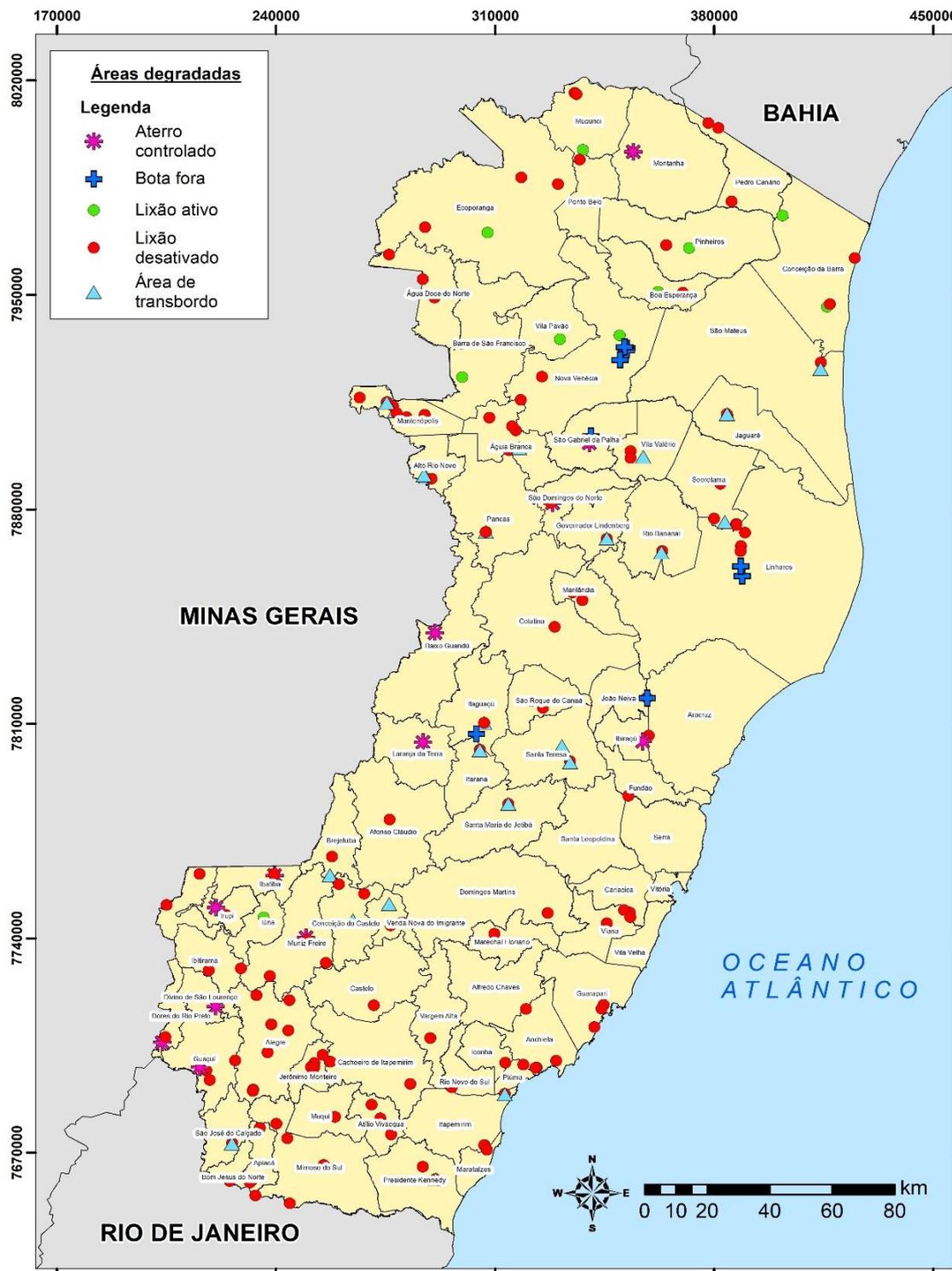
Todas as informações que foram levantadas para elaboração do diagnóstico das 192 ADDIRSU encontram-se detalhadas no Anexo B. A partir do levantamento dessas informações (Anexo B) foi possível elaborar um panorama em relação as características e as condições atuais das ADDIRSU no estado do Espírito Santo.

#### **5.1.1 Caracterização das áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no estado do Espírito Santo**

Para a caracterização das ADDIRSU são apresentados os resultados obtidos a partir das informações sobre: atividade desempenhada; tipos de resíduos ou rejeitos dispostos nos locais; situação do uso; tempo de utilização em anos; usuários das áreas de disposição; e proximidade com áreas de preservação permanente, áreas de ocupação urbana, faixas de domínio de rodovias, e ponto de captação de água, sendo discutidos separadamente.

As 192 ADDIRSU identificadas no estado do Espírito Santo foram classificadas em função da atividade desempenhada como: áreas de bota fora não licenciado (marcador azul), aterro controlado (marcador purpura), “lixão” ativo (marcador verde), “lixão” desativado (marcador vermelho) e área de transbordo (marcador anil), conforme mostra a Figura 2.

Figura 2: Classificação das áreas degradadas por disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no Espírito Santo.



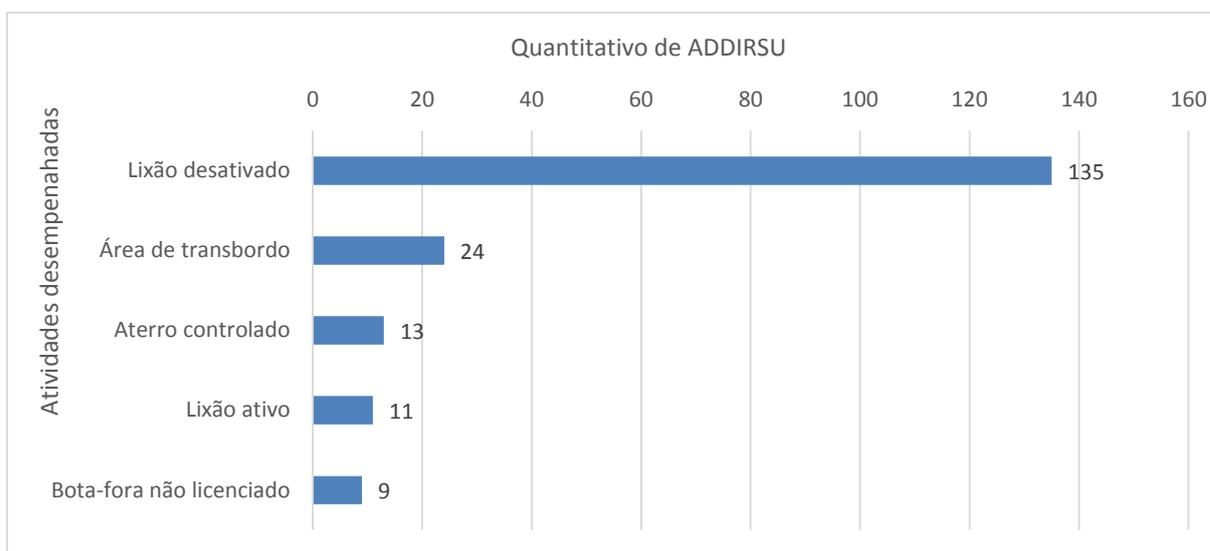
**Referencial:**  
 Limites Federativos e Municipais.....Geobases  
 Data: 13/04/2019  
 Autor: Dimaghi Schwamback

**Georreferenciamento:**  
 Coordenadas: SIRGAS 2000 UTM Zone 24S  
 Projeção: Transversal Universal de Mercator  
 Datum: SIRGAS 2000

Fonte: PERS-ES (2019).

A Figura 3 detalha a distribuição das áreas classificadas como áreas de bota fora não licenciado, aterro controlado, “lixão” ativo, “lixão” desativado e área de transbordo mostradas na Figura 2.

Figura 3: Distribuição das áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no Espírito Santo por classificação



Fonte: Autoria própria.

Na Figura 3 observa-se que a maioria das ADDIRSU se encontram desativadas correspondendo a 70% do total, o que infere um *status* positivo em relação as obrigatoriedades impostas aos municípios pelos TCAs.

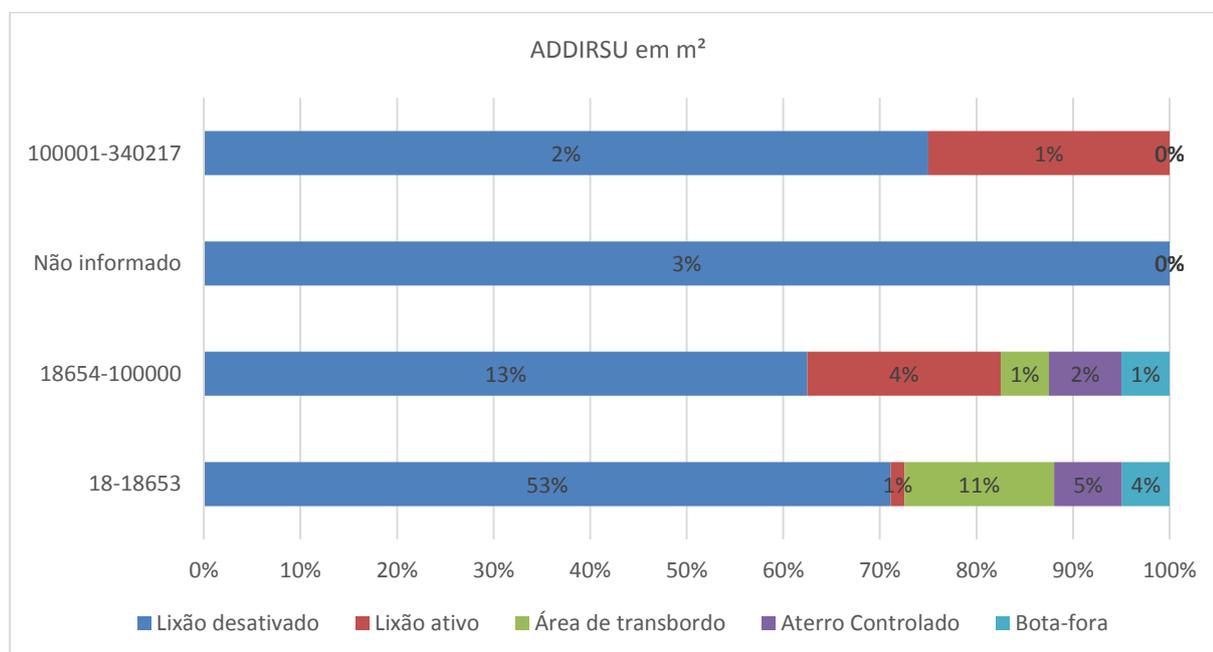
Cabe ressaltar, conforme destacado pela Feam (2010), que não basta o “lixão” ser encerrado para evitar a poluição ambiental, sendo de extrema importância o encapsulamento dos resíduos ou o transporte destes para aterros sanitários, além de outras medidas mitigatórias que irão depender diretamente do apontamento de um diagnóstico ambiental. Além disso, Possamai *et al.* (2007) apontam que, mesmo em áreas desativadas, o lixiviado pode encontrar-se em constata formação, haja visto que a decomposição dos resíduos presentes no maciço do solo pode durar em média 15 anos ou mais.

Apesar de somente 5,7% das ADDIRSU terem sido classificadas como “lixões” ativos, vide Figura 3, conforme panorama exposto pela Abrelpe em 2018, ainda existem “lixões” ativos em todo Brasil, no qual, 1.610 áreas de “lixão” ainda se encontram em funcionamento (ABRELPE, 2018). Ainda, James & Ross (2019) evidenciaram que os 50 maiores “lixões” do mundo detêm cerca de 40% do resíduo gerado em todo mundo, afetando diretamente a vida de 64 milhões de pessoas.

Pesquisa realizada por Das *et al.* (2019) relacionam a existência dos “lixões” e aterros controlados ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), sendo estes predominantes em países em desenvolvimento. Tais afirmações corroboram com Scarlet *et al.* (2015) Kolekar *et al.* (2017) e Yilmaz & Abdulvahitoglu (2019), que enfatizam que a resistência aos modelos está relacionada aos altos custos demandados para promoção da sustentabilidade.

Adiante na Figura 4, é possível observar às extensões territoriais em relação às 192 ADDIRSU, onde denota-se que a maioria (53% destas) do Estado do Espírito Santo referem-se a “lixões” desativados com áreas de 18 -18.653 m<sup>2</sup>.

Figura 4: Quantitativo percentual das 192 ADDIRSU em m<sup>2</sup> de extensão

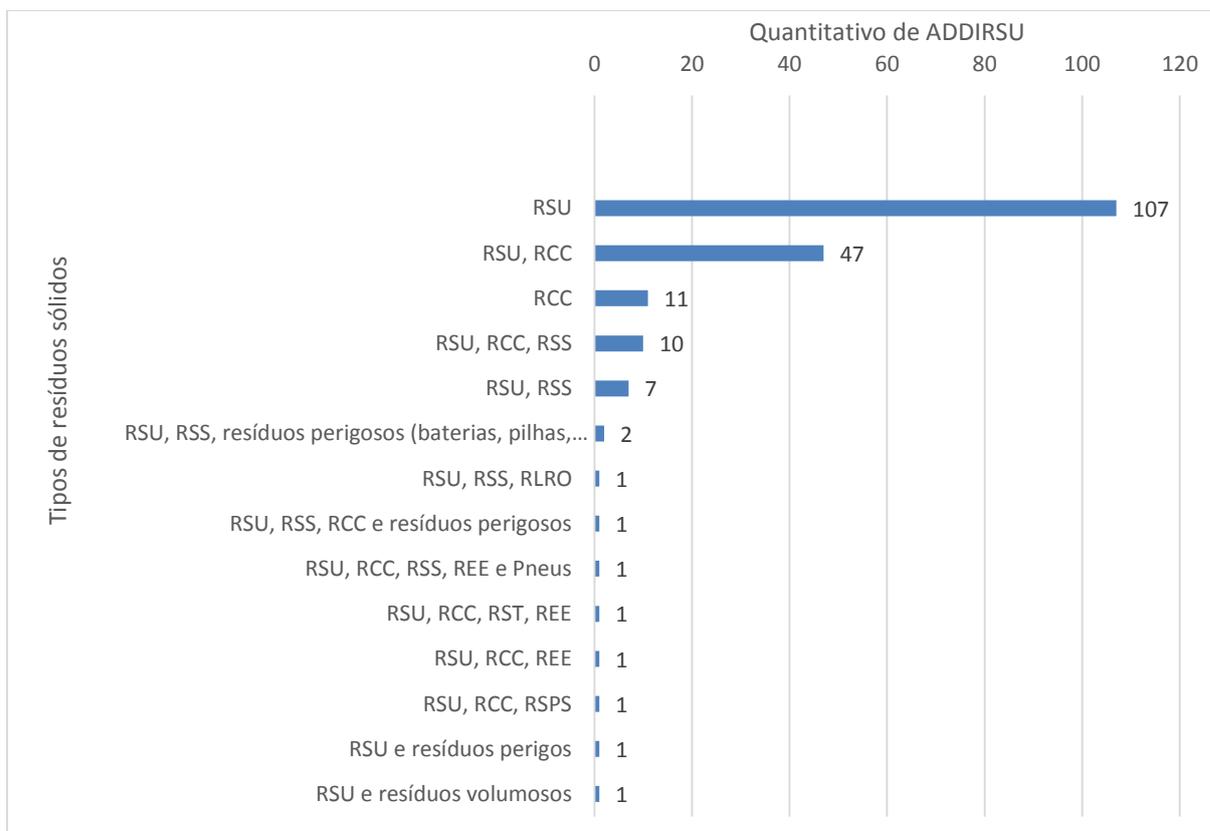


Fonte: Autoria própria.

Neste sentido, segundo Monkare (2019) às áreas de pequenas extensões em m<sup>2</sup> podem demandar maiores custos à mitigação, e caso elas sejam áreas antigas deve ser avaliado a viabilidade técnica-econômica da readequação. Segundo valores demonstrados, a partir de aterros hipotéticos, os custos gerais de readequação são de cerca 183,60 – 298,35 R\$ no aterro antigo com 1950 m<sup>2</sup>, e de 91,80 – 183,60 R\$ / no aterro jovem com 180.000 m<sup>2</sup> (MONKARE, *et al.*, 2019).

Os “lixões” ainda apresentam outra problemática, que é o recebimento de diferentes tipos de resíduos sólidos, incluindo os perigosos. A Figura 5 mostra os resultados do levantamento realizado com relação aos tipos de resíduos sólidos que são dispostos nas 192 ADDIRSU do ES.

Figura 5: Tipos de resíduos sólidos dispostos nas 192 áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no estado do Espírito Santo<sup>2</sup>.



Fonte: Autoria própria. Legenda: Resíduos Sólidos Urbano (RSU), Resíduos da Construção Civil (RCC), Resíduos de Serviços de Saúde (RSS); Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REE); Resíduos de Serviços Públicos de Saneamento (RSPS).

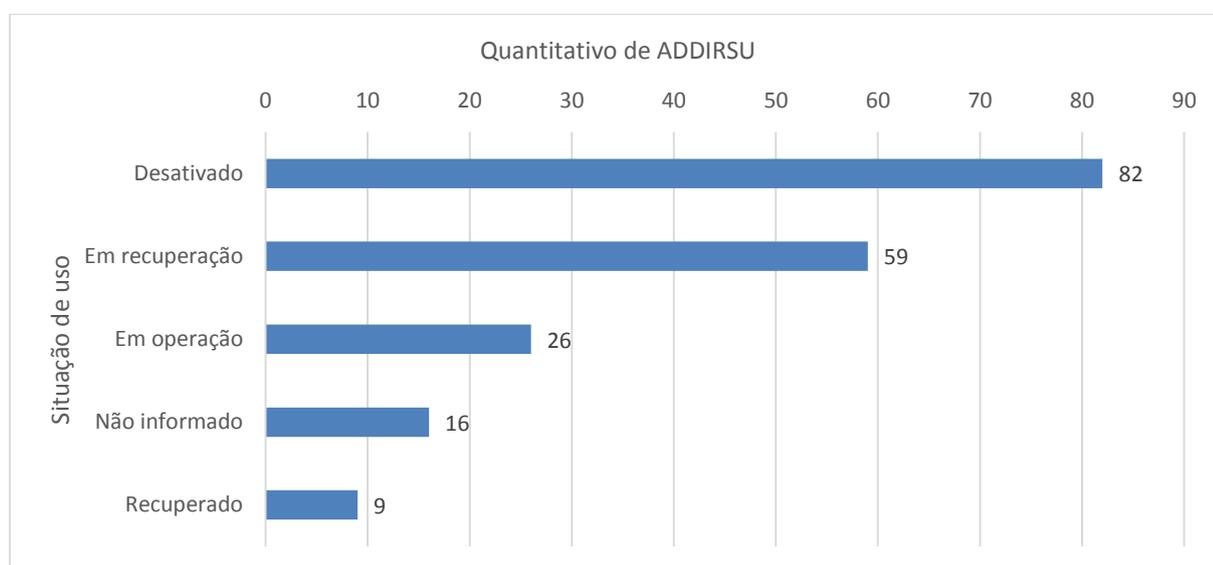
Como pode ser observado na Figura 5, verificou-se que as ADDIRSU capixabas que são destinadas a disposição final de apenas RSU receberam o encaminhamento de outros tipos de resíduos, sendo estes, de caráter perigoso. Destaca-se nesta pesquisa que os resíduos perigosos foram respectivamente a baterias, pilhas, lâmpadas fluorescentes, e Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), como agulhas, seringas, gazes e outros materiais biológicos infectados. Este cenário é preocupante do ponto de vista ambiental devido ao elevado potencial de contaminação dos resíduos perigosos.

Constatação similar foi relatada por Azevedo *et al.* (2015) em estudo realizado em uma ADDIRSU onde também foi observado o despejo de resíduos perigosos, que agravam ainda mais as condições ambientais e de saúde pública, podendo provocar a contaminação dos solos, influenciar na qualidade das águas (superficiais e subterrâneas) e do ar caso ocorra a queima dos resíduos.

Conforme apontado por Minatto (2015) e Abdel-Shafy & Mansour (2018), os órgãos fiscalizadores tem dificuldade para fiscalizar o recebimento dos resíduos sólidos em áreas destinadas à disposição final de RSU. Segundo Kumar *et al.* (2017), a dificuldade ocorre em virtude de poucos incentivos demandados pela gestão pública, e pela fiscalização falha promovida pelos responsáveis municipais, além disso também observa-se carência de conhecimento em relação as obrigatoriedades impostas por atos legislativos.

Em vista de tais aspectos, também foram levantadas informações sobre a situação de uso das ADDIRSU, conforme Figura 6.

Figura 6: *Status* da situação de uso das áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no estado do Espírito Santo



Fonte: Autoria própria.

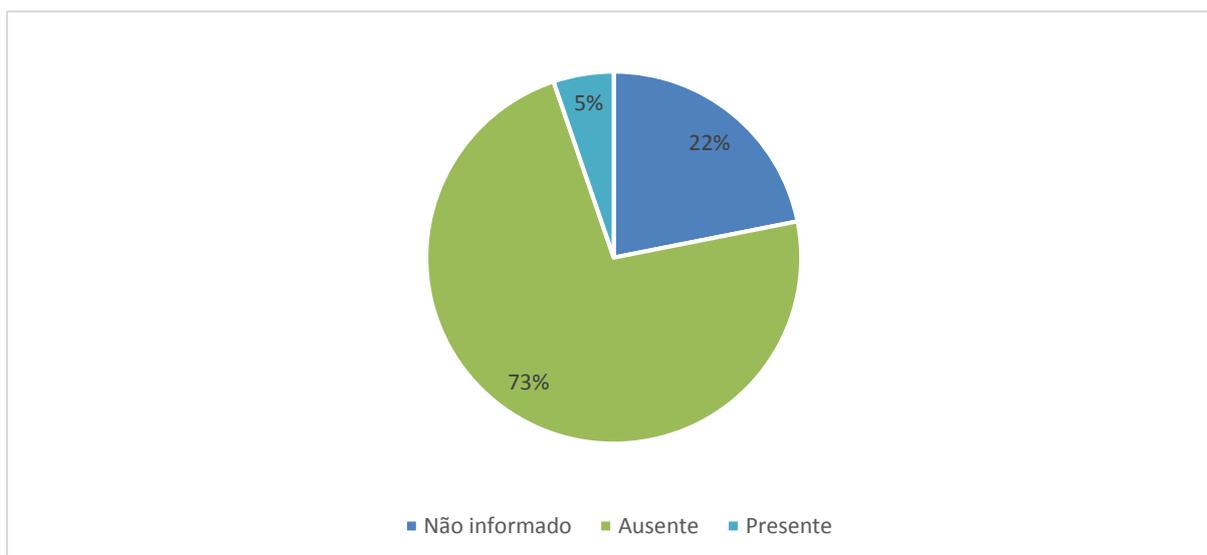
Conforme observado na Figura 6 foi evidenciado que 43% das ADDIRSU encontram-se em status de recuperação ambiental conferindo um *status* negativo para esta questão no Estado. Destaca-se ainda um número preocupante em relação as áreas totalmente recuperadas, sendo respectivas a apenas 5% das áreas.

No cenário brasileiro em conformidade com os dados da Abrelpe (2018), existem atualmente em operação 1.742 aterros controlados e 1.610 “lixões” referindo-se ambos a modelos inadequados de disposição final. Apesar das premissas impostas pela PNRS em erradicar essas áreas até 2014, de 2017 a 2018 foi constatado um aumento regional de 21 áreas totalizando 3.331. Segundo Scarlat *et al.* (2015) e Kumar *et al.* (2017), “lixões” e aterro controlados não diminuem em nível nacional

devido aos valores que devem ser implementados à promoção de uma gestão sustentável dos RSU.

Outra informação levantada foi a presença ou ausência de catadores de materiais recicláveis nas ADDIRSU estudadas, conforme mostra a Figura 7.

Figura 7: Informações sobre presença ou ausência de catadores de materiais recicláveis em áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no Estado do Espírito Santo



Fonte: Autoria própria.

Verificou-se que em 73% das ADDIRSU foi constatada a ausência de catadores de materiais recicláveis, vide Figura 7, destacando como *status* positivo em relação as questões sociais envolvidas.

O *status* positivo no Espírito Santo é resultado das obrigatoriedades impostas pela Lei 12.305 de 2010, que determinou a inclusão formal dos catadores de materiais recicláveis em modelos organizacionais (associações e cooperativas). De fato, conforme Miranda *et al.* (2018), o Espírito Santo possui 74 organizações de CMR, sendo que 72 destas são associações e 2 são cooperativas, corroborando desta forma para com os resultados encontrados.

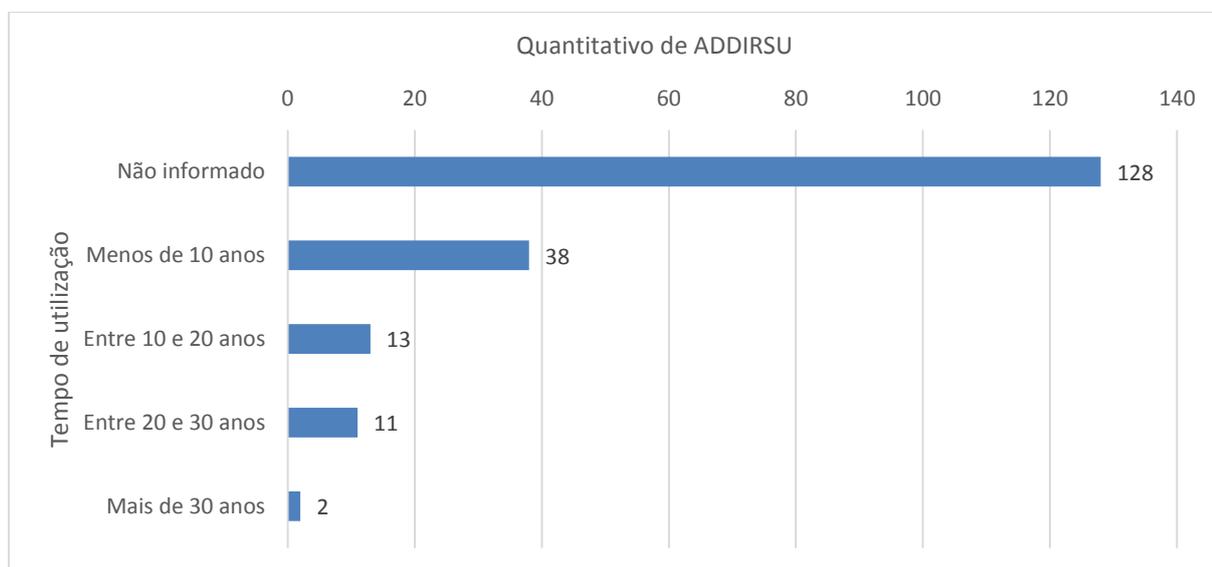
Segundo Cruvinel *et al.* (2019), é de suma importância proibir a catação em áreas de disposição final de RSU, haja visto que esses trabalhadores realizam a catação sem nenhum equipamento de proteção individual, bem como não são assistidos pelas autoridades públicas. Além disso, é comum esses catadores relatarem diversos tipos de acidentes como, atropelamentos e ferimentos com material perfurocortante advindos dos serviços de saúde. É comprovado que esses catadores de materiais recicláveis informais podem desenvolver morbidades ocupacionais, doenças

respiratórias, infecção ocular, problemas estomacais, febre tifóide, diarreia e distúrbios musculoesqueléticos (BIONION & GUTBELERT, 2012).

Diante do exposto, faz-se de suma importância que CMR estejam devidamente afastados de ADDIRSU, pois sua presença trata-se de um indicador negativo e destaca nítidas falhas em relação a fiscalização e responsabilidades desempenhadas pela gestão pública municipal (CHOKHANDRE, SINGH & KASHYAP, 2017; MIRANDA *et al.*, 2018).

Com relação ao tempo de utilização em anos das ADDIRSU, as informações levantadas estão apresentadas na Figura 8.

Figura 8: Tempo de utilização das áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos em anos no Espírito Santo.



Fonte: Autoria própria.

Na Figura 8 foram destacadas as informações a respeito do tempo de utilização em anos das ADDIRSU, onde verificou-se que 20% foram utilizadas em um período inferior a 10 anos, 7% entre 10 e 20 anos, 6% entre 20 e 30 anos, e somente 1% por mais de 30 anos. Destaca-se com relação a este aspecto que 66,6% das prefeituras municipais não souberam informar o tempo de uso, e o *status* foi apontado como não informado.

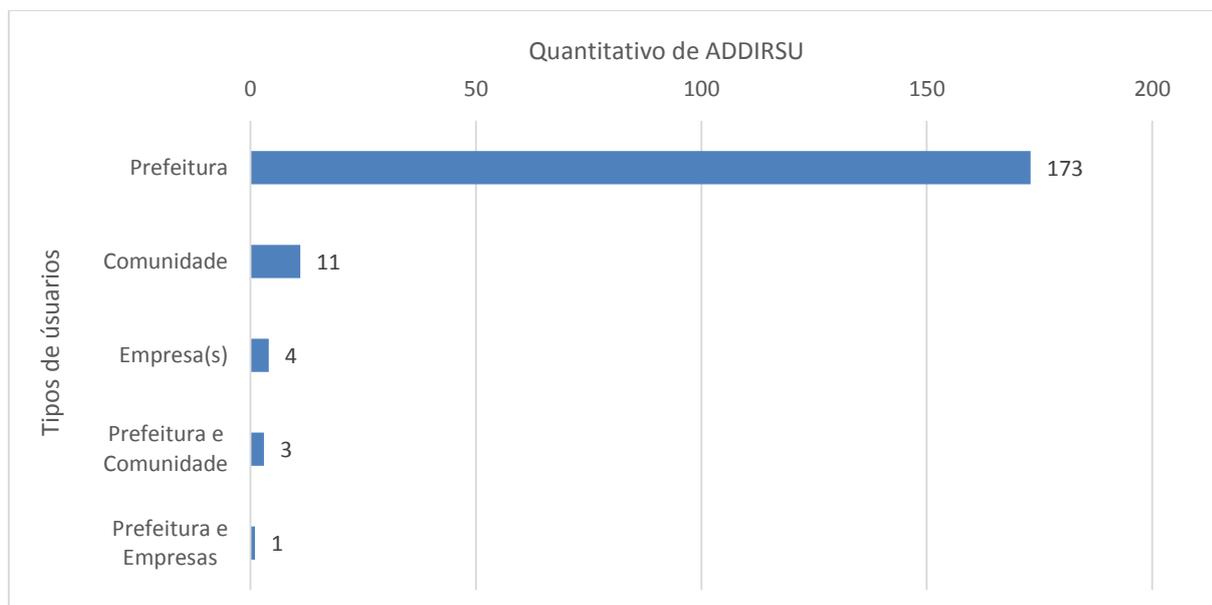
Diante do critério disposto pela NBR 13.896 (ABNT, 1997), as áreas de disposição final de RSU devem ser planejadas para um longo horizonte temporal, e por intermédio de um diagnóstico ambiental detalhado devem viabilizar uma vida útil de no mínimo 15 anos ou mais.

Em contraponto com o determinado pela ABNT, constata-se na Figura 8 que das áreas que possuíam esta informação, a maior parte (38) tiveram vida útil inferior a 10 anos, demonstrando problemas de gestão. Ressalta-se ainda que estas ADDIRSU devem obrigatoriamente contar com PRADs para serem gradativamente recuperadas em conformidade com suas particularidades ambientais (NOGUEIRA, 2015; RAMOS, 2016).

Conforme a Feam (2010), Nogueira (2015) e Ramos (2016), para que a utilização da área seja mantida dentro de 15 anos ou mais é necessário que seja elaborado previamente um projeto que envolva uma equipe multidisciplinar que avaliem impactos ambientais em curto e longo prazo, onde seja destacado condições ambientais importantes que irão possibilitar o tempo de vida útil mínimo necessário para operacionalidade.

Outro ponto analisado foi em relação aos usuários das áreas de disposição final de RSU, conforme apresentado na Figura 9.

Figura 9: Usuários das áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no Espírito Santo.



Fonte: Autoria própria.

A Figura 9 mostra que as prefeituras municipais eram os principais usuários das ADDIRSU representando 90%. Entretanto, foi observado que 4 áreas foram utilizadas em duplicidade com as prefeituras, sendo respectivos aos seguintes usuários: comunidades e empresas. No estudo de Azevedo *et al.* (2015) realizado em Pombal, Paraíba (PB), em um “lixão” foi verificado além do despejo de RSU, resíduos com alta periculosidade como pilhas e baterias, além de material infectante (esparadrapo, seringa, embalagem de soro fisiológico, algodão e agulhas) que foram descartados por clínicas e farmácias de forma clandestina conforme relato de catadores.

Gonçalves, Pinheiro & Pinheiro (2019) também destacaram em sua pesquisa insuficiências na gestão dos resíduos sólidos devido à má administração da Prefeitura Municipal de Paço do Luminar-Maranhão (MA). Conforme levantamento dos autores a administração, fiscalização e operação do “lixão” é de responsabilidade da Prefeitura de Paço do Lumiar, a qual garantia com veemência que havia apenas o depósito de RSU no local. Entretanto, foi verificado na área em questão, alguns funcionários da prefeitura e de empresa terceirizada, onde constatou-se uma fiscalização muito precária dos horários de chegada dos caminhões. De fato, a partir de entrevistas com CMR foi relatado que juntamente ao RSU havia resíduos perigosos e infectantes o que corrobora com às falhas da fiscalização, e com os resultados encontrados por Azevedo *et al.* (2015).

Por meio dos questionários, identificou-se que 4 áreas (correspondente a 2%) receberam resíduos sólidos provenientes apenas de empresas. Rong *et al.* (2015) relatam a periculosidade de resíduos provenientes de atividade industrial principalmente quando a área se trata de um “lixão”, o qual, não possui nenhum mecanismo de recolha do lixiviado o que intensifica ainda mais sua capacidade de infiltração no solo. Os autores encontraram no lixiviado dos resíduos de uma área ilícita, a presença de metais pesados como Zn, Cd, Ni, Hg bem acima dos limites toleráveis apresentando riscos às comunidades.

Se a ADDIRSU estiver situada numa Área de Preservação Permanente, que possui uso restrito e deve ser legalmente protegida, a situação é agravada. No estado do Espírito Santo foi verificado que 98% das áreas de disposição final de RSU estão inseridas em APP, e somente 2% estão afastadas (PERS-ES, 2019).

De acordo com a Lei nº 12.651/2012, Área de Preservação Permanente é uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Conforme Davila (2012), Azevedo *et al.* (2015) e Marcon (2016), as espécies vegetais são impactadas do início ao fim do funcionamento das ADDIRSU e a disposição irregular de resíduo sólidos urbano prejudica a migração das espécies, e conseqüentemente provoca a redução e até mesmo a perda total dos indivíduos.

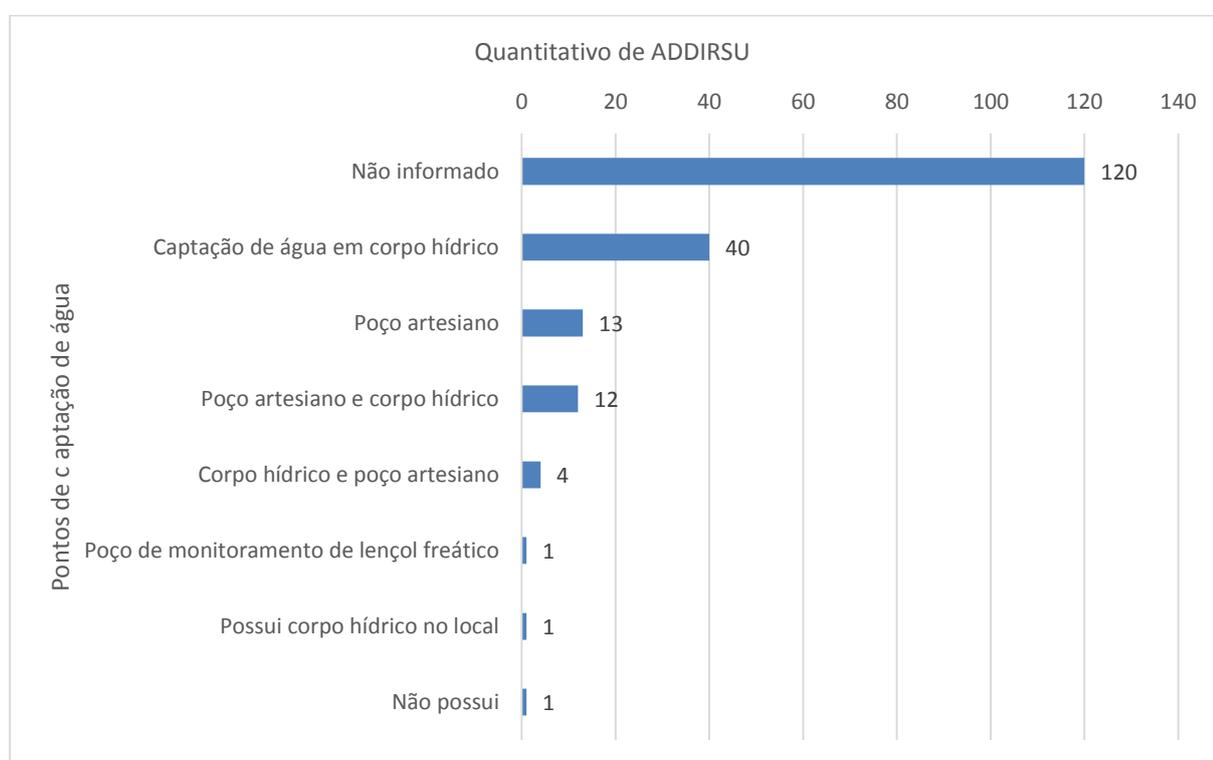
Além disso, foi verificado neste trabalho que 80% das ADDIRSU estão dentro de faixas pertencentes aos domínios de rodovias. Conforme especificações da NBR 13896 e COPAM 118, áreas de disposição final de RSU devem estar obrigatoriamente localizadas a uma distância mínima de 200 metros de rodovias (ABNT,1997; DN, 2008).

Possamai *et al.* (2007) alertam que é necessário respeitar os limites mínimos entre as áreas de disposição final de RSU, mesmo sendo legalizadas, e rodovias, pois existem riscos intimamente relacionados com as distâncias mantidas, de modo que quanto maior à distância menores serão os riscos potenciais. Conforme Annepu (2012), os riscos potenciais são referentes à distintas enfermidades. Além disso, distâncias menores que 200 metros podem sofrer com o arraste de materiais leves e

potencializar a ocorrência de graves acidentes, bem como transtornos como a emissão de maus odores (BETIO & SANTOS; LIU *et al.*, 2016).

O distanciamento de pontos de captação de água é igualmente importante, porém nesse caso, o objetivo é evitar a contaminação das fontes hídricas. Segundo a COPAM 118/2008 (DN, 2008) às distâncias mínimas que devem ser mantidas entre ADDIRSU e rodovias/estradas é de 100 metros. A Figura 10 mostra o resultado do levantamento realizado.

Figura 10: Pontos de captação de água próximas ao entorno (distância menor que 1000 metros) de Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos no estado do Espírito Santo.



Fonte: Autoria própria.

Conforme observado na Figura 10, verificou-se que 21% das ADDIRSU estão localizadas próximas a pontos de captação de água. Porém, cabe ressaltar que nem mesmo as Prefeituras souberam informar a proximidade de pontos de captação de água registrando-se a ausência desta informação em 63% das ADDIRSU, o que pode indicar um percentual muito maior de pontos próximos.

A proximidade de ADDIRSU com corpos hídricos pode afetar o meio ambiente de diferentes formas. Estudo realizado por Oliveira *et al.* (2016) constatou a contaminação hídrica pelo excesso de matéria orgânica, proveniente do arraste de solo de uma ADDIRSU de 2,5 hectares utilizada há 20 anos para disposição final de

RSU na forma de “lixão” à céu aberto, acarretando na diminuição do oxigênio dissolvido, bem como predominância de pH ácido trazendo este prejuízo a saúde das populações e favorecendo o desenvolvimento excessivo de microrganismos com consequente comprometimento dos ecossistemas aquáticos.

Já Beli *et al.* (2005) relatam a presença de coliformes fecais e totais na água acima dos níveis de potabilidade permitidos pela Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005) nos corpos hídricos próximos da ADDIRSU. Pesquisa de Betio & Santos (2016) revelou que os poços de monitoramento de qualidade das águas detectaram a presença de substâncias ionizadas dissolvidas com alta concentração de nitrato e chumbo acima dos valores máximos permitidos por lei constatando-se a contaminação.

As evidências relatadas nos estudos supracitados suscitam dois apontamentos. O primeiro é a importância de respeitar os limites obrigatórios em relação ao afastamento das ADDIRSU dos corpos hídricos a fim de evitar a contaminação hídrica. O segundo, evidenciado na Figura 10, é o potencial de risco de contaminação dos corpos hídricos existentes nas proximidades das ADDIRSU no Espírito Santo agravado pela ausência desta informação em 120 ADDIRSU, sendo a maioria de “lixões” desativados, suscitando a necessidade de investigações futuras.

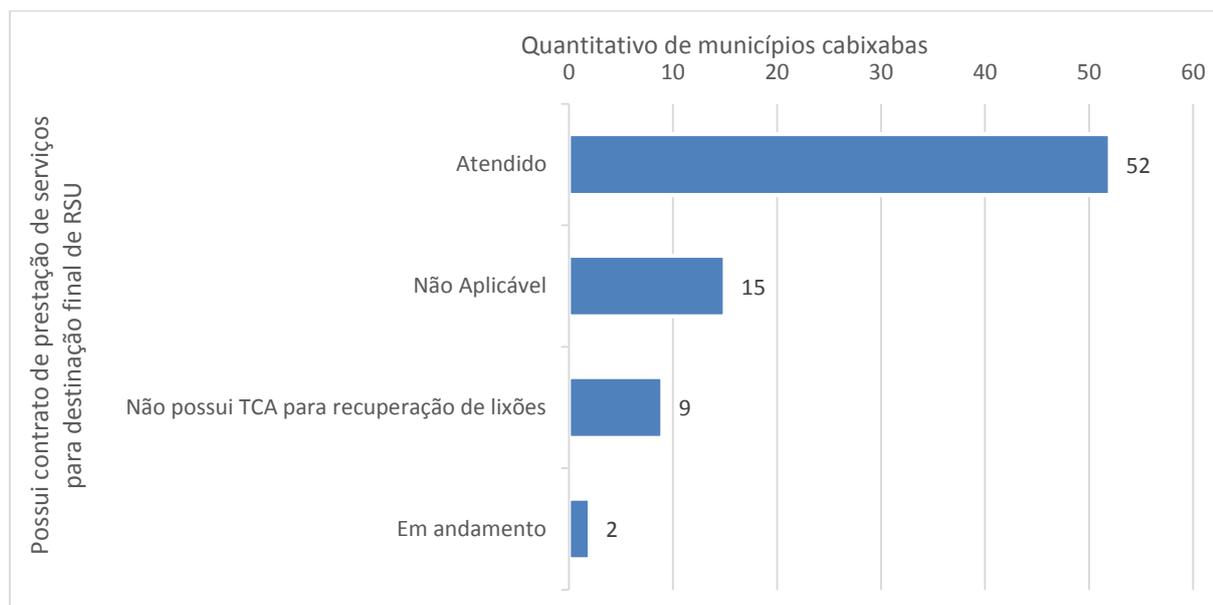
### **5.1.2 Condição atual das áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no estado do Espírito Santo**

Para determinar a condição atual das ADDIRSU foram analisados 76 TCAs/02 (vide nota 3) a fim de identificar questões pertinentes às obrigações dos responsáveis pelas ADDIRSU em cada município, bem como destacar um *status* geral sobre esta questão no estado do Espírito Santo, haja visto que os termos foram assinados em 2013.

Os TCAs têm como objetivo estabelecer metas, para que assim, os municípios capixabas arquem com suas responsabilidades ambientais, e passem a não compartilhar de cenários de disposição inadequada de resíduos sólidos. As condições impostas aos municípios são referentes a adoção de medidas para corrigir, minimizar, neutralizar, e prevenir eventuais impactos e degradações ambientais resultantes de ADDIRSU.

Da análise dos TCAs foi possível verificar que os municípios deveriam apresentar contratos de prestação de serviços de destinação final de RSU como forma de evidenciar que não utilizariam mais as áreas degradadas mapeadas. A Figura 11 mostra o quantitativo de municípios que declararam possuir contrato de prestação de serviços de destinação final de resíduos sólidos urbanos com empresas licenciadas.

Figura 11: Quantitativo de municípios que possuem contrato de prestação de serviços de destinação final de resíduos sólidos urbanos.



Fonte: Autoria própria.

A contratação do serviço de destinação final de resíduos sólidos urbanos por empresas licenciadas foi realizada 67% dos municípios, porém 31% dos municípios não possuíam contratos enquanto 3% declararam que os processos de contratação estavam em andamento.

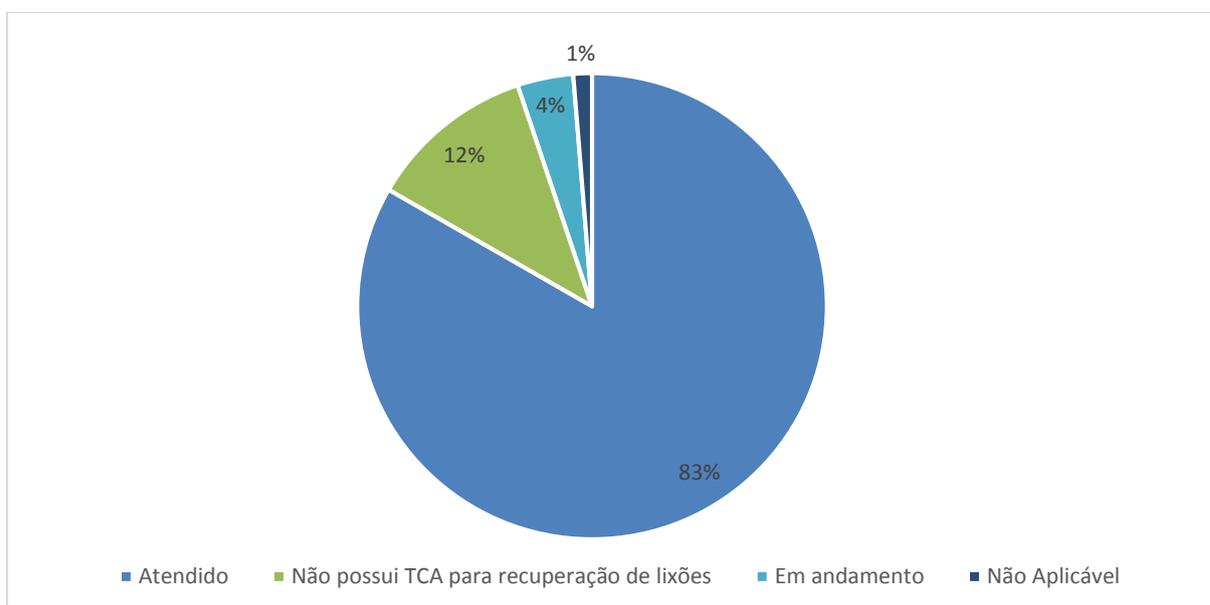
Conforme sabido a Lei 12.305 de 2010 (PNRS) estabeleceu que os geradores são responsáveis por gerir seus resíduos sólidos de forma ambientalmente adequada, dentre às fontes de destinação disponíveis, sendo respectivas a: reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético de outras destinações admitidas pelos órgãos competentes. Para tanto, isto inclui a obrigatoriedade de fixação de contratos para alcance da conformidade conforme prevê a referida lei.

Contudo como justificativa desses 31%, o Instituto de Energia e Ambiente (IEE) da Universidade de São Paulo (USP) apontam que de fato os estados e municípios brasileiros encontram reais dificuldade para dar uma destinação ambientalmente

adequada aos RSU. Em especial, destacam que os municípios pequenos apresentam dificuldades em atuar consorciados na destinação dos resíduos, em virtude da baixa capacidade técnica dos geradores, baixos incentivos e recursos financeiros e dificuldades operacionais em geral (IEE/USP, 2017).

Apesar da contratação do serviço de destinação final de RSU interromper o envio dos resíduos para as ADDIRSU, outras medidas impostas nos TCA visam minimizar os problemas, como por exemplo, evitar a entrada não autorizada de pessoas nas ADDIRSU resguardando sua saúde e segurança. A Figura 12 apresenta os municípios que atenderam esta condicionante.

Figura 12: Municípios que possuem placa informativa restringindo a entrada na área degradada pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos.



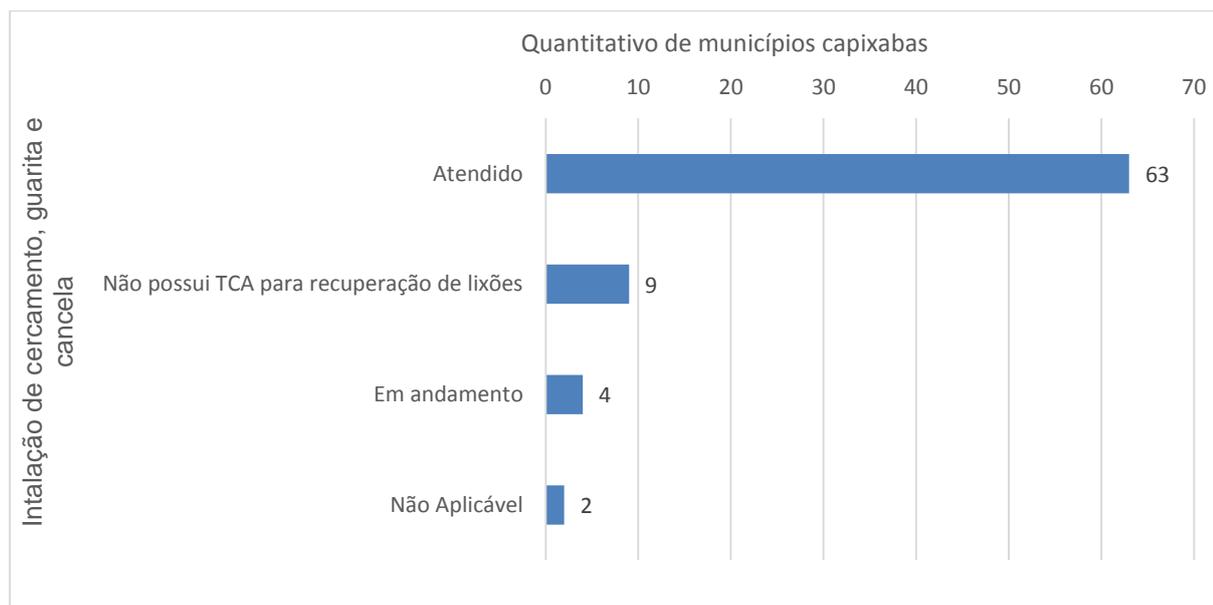
Fonte: Autoria própria.

No levantamento realizado, constatou-se que 83% das ADDIRSU já atenderam a condicionante relativa à instalação de placa informativa na entrada da ADDIRSU conforme disposto na Figura 12.

Segundo o lema (2013), ações como a instalação de placa informativa na entrada de ADDIRSU trata-se de uma das primeiras medidas que devem ser tomadas para iniciar a readequação, sendo de fácil execução. Entretanto, conforme Reale *et al.* (2016) e Nicoleite, Overbeck & Muller (2017) é sabido que tal limitação apesar de positiva não é suficiente para promover o afastamento de aves e animais, evitar o repassa de materiais leves, bem como incapaz de impedir a presença de catadores de materiais recicláveis.

No entanto, conforme exemplificado apenas a instalação de placa informativa não é o suficiente para promover o controle nas ADDIRSU, sendo necessário também a instalação de cercas em toda a área de abrangência e ainda de uma guarita para realizar o controle da entrada. A Figura 13 traz o levantamento com relação a presença de cercamento, guarita e cancela nas ADDIRSU.

Figura 13: Quantitativo de municípios que instalaram cercamento, guarita e cancela nas áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos.



Fonte: Autoria própria.

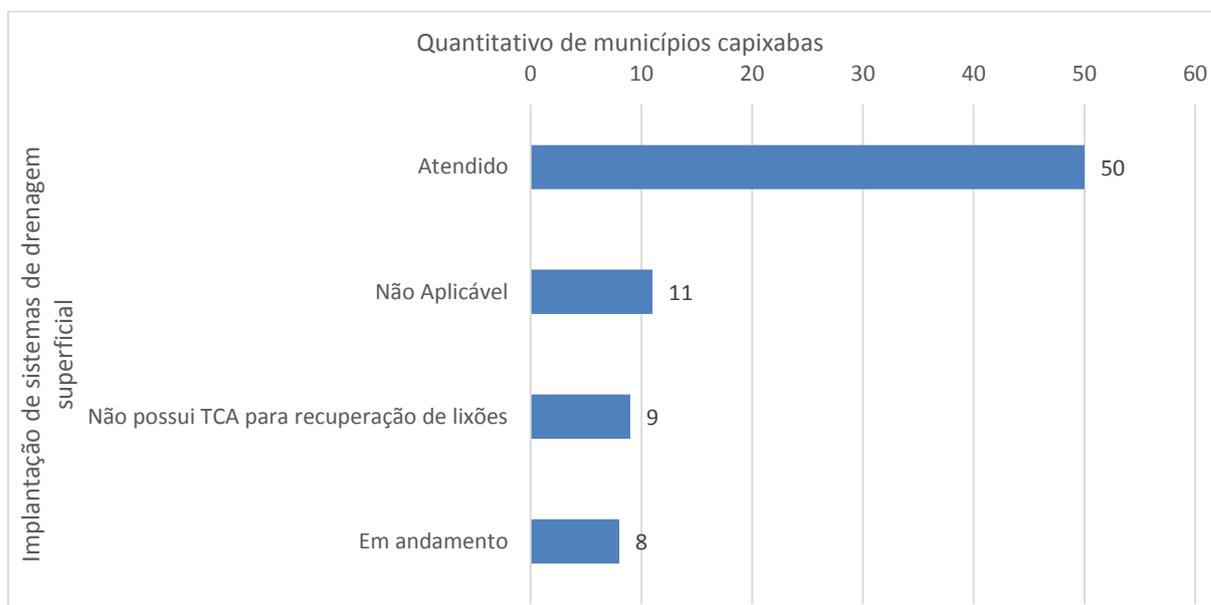
Como pode ser observado na Figura 13, 81% dos municípios já providenciaram o cercamento com instalação de guarita e cancela nas áreas degradadas. Esta delimitação física é uma medida mitigadora para limitar a entrada e saída de pessoas não autorizadas, principalmente, CMR que se utilizam destas como fonte de subsistência (ABREU, 2001; SOUZA & MENDES, 2006). Além disso, o cercamento também minimiza o despejo inadequado oriundo das comunidades vizinhas e o carreamento dos RSU para os corpos hídricos em função das chuvas (AZEVEDO *et al.*, 2015).

Além disso para que determinadas medidas sejam eficazes a fiscalização do entorno e da área é fundamental, bem como CMR devem estimulados em participar de organizações de catadores municipais, viabilizando sua subsistência dentro de sistemas colaborativos (HARTMANN, 2018).

Como os RSU ficam expostos às intempéries, para evitar o carreamento dos RSU é necessária a instalação de sistemas de drenagem superficial, uma medida mitigadora

que desvia o fluxo das águas pluviais. A Figura 14 apresenta a situação das ADDIRSU em relação a implantação de sistemas de drenagem.

Figura 14: Quantitativo de municípios capixabas que implantaram sistemas de drenagem superficial nas áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos.



Fonte: Autoria própria.

Foram instalados sistemas de drenagem superficial para desvio do fluxo das águas pluviais em 64% dos municípios capixabas (vide Figura 14). A adoção desta medida mitigadora, conforme Azevedo *et al.* (2015) e Monkare *et al.* (2019) tornam as ADDIRSU mais suscetíveis a implementação de aterros sanitários, haja visto que corrobora com parte da readequação ambiental.

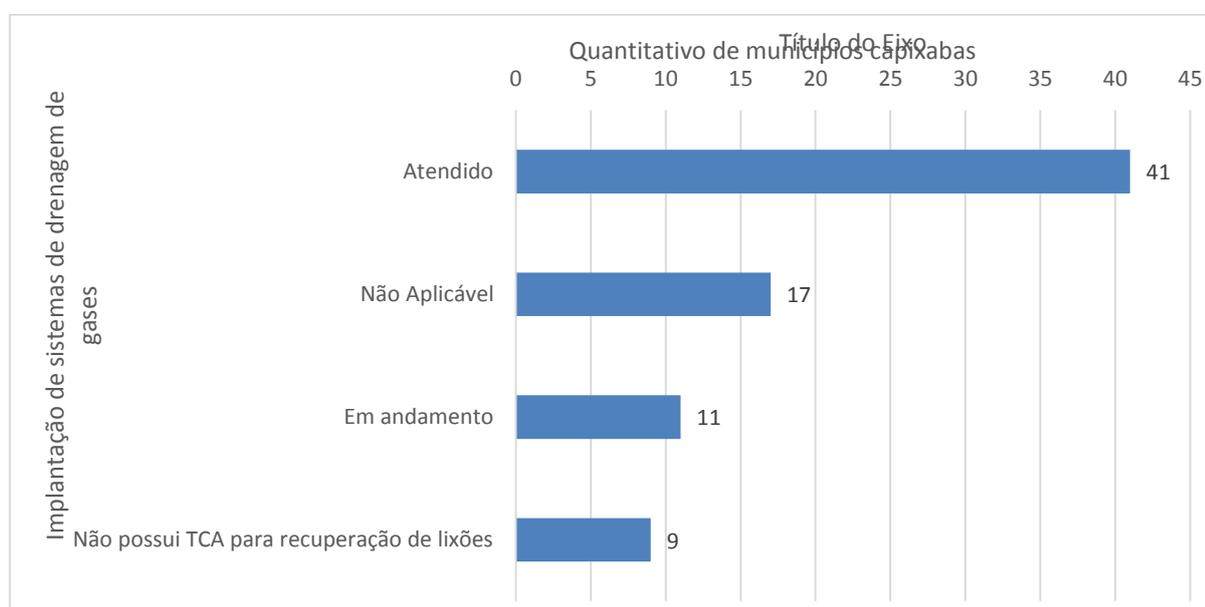
Além disso, a instalação de sistemas de drenagem de águas pluviais reduz a geração do lixiviado dos resíduos, pois a infiltração da água da chuva no maciço trata-se de um grande complicador ambiental, influenciando diretamente na estabilidade dos taludes e bermas (AZEVEDO *et al.*, 2015; MONKARE *et al.*, 2019)

Conforme Khalil *et al.* (2018), o lixiviado dos resíduos se não tratado apresenta riscos consideráveis à saúde das populações, e de fato os autores comprovaram tal afirmativa. No estudo foi levantado que o lixiviado não tratado proveniente de “lixões” estavam sendo encaminhados para o Mar Mediterrâneo. Este material foi coletado e submetido a análises químicas e testes toxicológicos. Os resultados indicaram claramente a presença de numerosos compostos orgânicos, como leamida, hentriacontano, eicosano, tributilamina, derivados do ácido ftálico, nicotina e pentacosano. Os quais são considerados como carcinogênicos e altamente

destrutivos aos ecossistemas aquáticos. Em experimento realizado em camundongos expostos aos compostos orgânicos foi verificado danos significativos na estrutura do DNA, sangue e fígado, bem como desenvolvimento de câncer desencadeado por mudanças celulares.

Junto à formação do lixiviado de resíduos, a decomposição da fração orgânica do RSU também gera biogás, que precisa ser drenado e poderia ser reaproveitado energeticamente. Nesse sentido, o levantamento realizado com relação a instalação de drenos de gases é apresentado na Figura 15.

Figura 15: Municípios com instalação de sistema de drenagem de gases nas áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos.



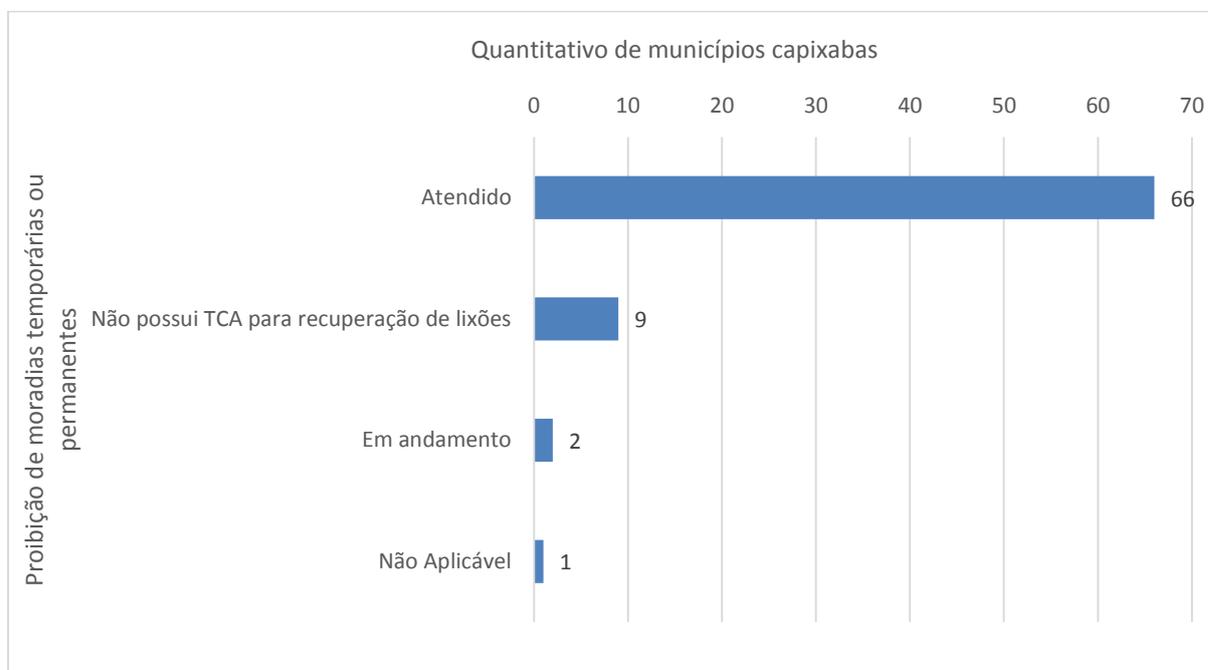
Fonte: Autoria própria.

Destaca-se na Figura 15 um *status* positivo em relação a instalação de drenos de gases em 41 municípios, que representa 53% do total. Gomes & Martins (2003) e Dias (2009) relatam a importância da instalação de drenos de gases para evitar formações de bolsões de gás dentro da massa de resíduos, que podem causar explosões ou incêndios locais. Além disso, essa medida proporciona maior resistência física do maciço de resíduos e diminui a emissão de poluentes (DASGUPTA, YADAV & MONDAL, 2013; SRIVASTAVA, KRISHNA & SONKAR, 2014; MOU, SHEUTZ & KJELDEN, 2014).

Além das medidas mitigadoras de caráter ambiental já discutidas, também são necessárias medidas de caráter social. Os TCAs apresentam dentre as cláusulas de

cunho social a proibição de implantação de moradias temporárias. A Figura 16 mostra a situação de atendimento a esta condicionante.

Figura 16: Municípios que proibiram a fixação moradias temporárias ou permanentes nas áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos



Fonte: Autoria própria.

A Figura 16 destaca que dos 78 municípios, 85% já atenderam a condicionante: proibir a fixação de moradias temporárias nas áreas. Conforme Leite & Lopes (2000) e Betio & Santos (2016), moradias próximas ao entorno das ADDIRSU sofrem com transtornos como a poluição da paisagem por longas extensões, devido ao arraste de resíduos leves como plásticos e papéis que são conduzidos pela ação do vento (LEITE & LOPES, 2000; BETIO & SANTOS, 2016).

Diante do exposto, critérios técnicos exigidos pela NBR 13896 (ABNT, 1997) e COPAM 118 (DN, 2008) determinam que as áreas destinadas ao recebimento de RSU devem se distanciar no mínimo de 500 metros dos núcleos populacionais, evitando assim contato visual e direto com os resíduos sólidos.

Ainda conforme Law & Ross (2019), é comum que o entorno dessas áreas sofra com falhas estruturais catastróficas, como deslizamentos de terra e demais impactos ambientais emergentes que se demonstram de forma relativamente lenta, se potencializando com o passar do tempo.

## 5.2 SELEÇÃO DE ASPECTOS, CRITÉRIOS E MEDIDAS MITIGADORAS PARA MITIGAR ADDIRSU

Conforme descrito em Metodologia, foi realizada uma ampla pesquisa bibliográfica e documental para determinar quais aspectos podem causar impactos em ADDIRSU. O diagnóstico ambiental descrito no tópico anterior apontou os diversos problemas ambientais decorrentes da disposição final inadequada de RSU. Desta forma, os aspectos e critérios considerados no Quadro 15 foram elencados na forma de *checklist* tendo como base o diagnóstico das ADDIRSU e complementado com opções de julgamento (atende ou não atende) acompanhados de limites para avaliar os critérios como adequado ou inadequado.

Quadro 15: Aspectos e critérios ambientais utilizados para caracterizar poluição em Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos (ADDIRSU)<sup>1</sup> (continua).

Aspectos Ambientais	Critérios Ambientais	Limites		Marque (x)	
		Adequado	Inadequado	Atende	Não atende
Estrutura de apoio	1. Presença de portaria, monitoramento e vigilância	Presente	Ausente		
	2. Presença de isolamento físico	Presente	Ausente		
	3. Presença de isolamento visual	Presente	Ausente		
	4. Acesso à frente de descargas	Estradas internas devem garantir a chegada dos resíduos até as frentes de descarga mesmo durante períodos de chuva e, por isso, devem ser mantidas nas melhores condições de operação e trabalho.	Más condições de operação e trabalho		
Frente de trabalho	5. Atendimento às dimensões da frente de trabalho	Entre 5 -10 metros	< 5 metros		
	6. Compactação dos resíduos	Ausente	Presente		
	7. Recobrimento dos resíduos	Ser realizado diariamente para faixas populacionais acima de 3.000 habitantes, com material inerte com espessura fina de 15 a 20 cm	Não ser realizado em periodicidade adequada, com material e espessura inadequada		
Taludes e bermas	8. Verificação de dimensões e inclinações	1 metro de base para cada metro de altura (taludes); células/ou valas - 3 metros de base para cada metro de altura.	<=1 metro de base para cada metro de altura (taludes); células/ou valas – <= 3 metros de base para cada metro de altura		
	9. Cobertura de terra	Ausente	Presente		
	10. Proteção vegetal	Ausente	Presente		
	11. Afloramento de lixiviado de aterro sanitário	Ausente	Presente		
Superfície superior	12. Nivelamento da superfície	Ausente	Presente		
	13. Homogeneidade da cobertura	Ausente	Presente		

Quadro 15: Aspectos e critérios ambientais utilizados para caracterizar poluição em Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos (ADDIRSU)1 (continuação).

Aspectos Ambientais	Critérios Ambientais	Limites		Marque (x)	
		Adequado	Inadequado	Atende	Não atende
Estrutura de proteção ambiental	14. Impermeabilização do solo	Solos argilosos de baixa permeabilidade ou geomembrana sintética	Solos com baixo teor de argila e ausência de geomembrana sintética		
	15. Profundidade lençol freático (P) x permeabilidade do solo (k)	(P)>3m de espessura entre a base e o nível do lençol freático; (k) <10 <sup>-6</sup> cm/s	(P) <= 3m de espessura entre a base e o nível do lençol freático; (k) >=5,0 x10 <sup>-4</sup> cm.s <sup>-1</sup> não recomendado mesmo com impermeabilização complementar		
	16. Drenagem de lixiviado de aterro sanitário	Presente	Ausente		
	17. Tratamento de lixiviado de aterro sanitário	Presente	Ausente		
	18. Drenagem provisória de águas pluviais	Presente	Ausente		
	19. Drenagem definitiva de águas pluviais	Presente	Ausente		
	20. Drenagem de gases	Presente	Ausente		
	21. Monitoramento de águas subterrâneas	Presente	Ausente		
	22. Monitoramento geotécnico	Presente	Ausente		
Outras Informações	23. Presença de catadores	Não	Sim		
	24. Queima de resíduos	Não	Sim		
	25. Ocorrência de vetores e odores	Não	Sim		
	26. Presença de aves e animais	Não	Sim		
	27. Recebimento de resíduos não autorizados*	Não	Sim		
	28. Recebimento de resíduos industriais	Não	Sim		
	29. Estruturas e procedimentos	Apenas quando os critérios isolamento físico e visual, portaria, monitoramento e vigilância e recobrimento dos resíduos apontarem condições adequadas	Quando os critérios isolamento físico e visual, portaria, monitoramento e vigilância e recobrimento dos resíduos apontarem condições inadequadas		

Quadro 15: Aspectos e critérios ambientais utilizados para caracterizar poluição em Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos (ADIRSU)<sup>1</sup> (conclusão).

<b>Característica da área</b>	30. Proximidades de núcleos habitacionais	Distância $\geq$ 500 metros	Distâncias < 500 m		
	31. Proximidades de corpos de água	Distância $\geq$ 200 metros	Distâncias menores que < 200 metros		
	32. Vida útil da área	Vida útil > 5 anos	Vida $\leq$ 5 anos		
	33. Restrições legais ao uso do solo	Sim	Não		

Fonte: Construído a partir de Cetesb (2017); Abnt (1997); DN Copam 118 de 2008; Feam (2008); Feam (2010); Lanza e Carvalho (2006); Vargas (2010); Gonçalves *et al.* (2013); Vargas (2010), Lima *et al.* (2013), Azevedo *et al.* (2015); Amadeo (2015); Kumar, Samader (2017); Cruviel *et al.* (2019); Law, Ross (2019) e Yet *et al.* (2019). Legenda: <sup>1</sup> Os limites esperados encontram-se descritos em maior nível detalhe Quadro 3. \* Consideram-se resíduos autorizados para este trabalho: RSU; bem como resíduos não autorizados para este trabalho: REE, RSS, RI e demais resíduos perigosos estabelecidos em conformidade com a ABNT NBR 10.004 (BRASIL, 2004)

Destaca-se alguns critérios importantes listados no Quadro 15 , devido a sua complexidade ambiental. Segundo Kumar & Samader (2017), a queima de resíduos é relativa a um impacto ambiental de grandes proporções, pois podem causar mudanças climáticas, bem como problemas significativos na saúde das populações. Além disso, um dos principais gases provenientes da decomposição dos RSU, trata-se do gás metano, e este deve ser drenado e queimado para evitar emissões gasosas e o agravamento do efeito estufa (CHAI *et al.*, 2016).

Law & Ross (2019), demonstraram através de estudos que “lixões” e aterros controlados são respectivos à terceira maior fonte de metano antropogênico global. O gás de efeito estufa liberado por essas fontes, comparando-se, com o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) é 25 vezes mais potente. Atualmente, é estimado que “lixões” emitem o equivalente a mais de 20 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> por ano. Conforme Law & Ross (2019), visto que “lixões” não possuem nenhuma ação que os protejam, estes representam 10% das emissões globais de gases de efeito estufa projetados até o ano de 2025. De fato, a emissão de gases poluentes propulsores do efeito estufa refere-se à um problema global que requer esforços coletivos de todas as nações para sua atenuação. Neste sentido, já existem diversas metas e protocolos internacionais voltados à mitigação das emissões gasosas (ANNEPU, 2012; ALELUIA, FERRÃO, 2016).

Conforme Ye *et al.* (2019), a drenagem e o tratamento do lixiviado de aterro sanitário também devem ser avaliados, pois a ausência ou à má operacionalização destes mecanismos podem intensificar a poluição do solo, e dos corpos hídricos pela ação da lixiviação. A poluição, também pode ser propulsora da ausência de sistemas de drenagem de águas pluviais, solos inadequados e com ausência de impermeabilização, bem como a partir da constatação de lençol freático raso. Essas questões desestabilizam a estrutura de apoio dos taludes e bermas o que torna imprescindível o monitoramento geotécnico, avaliação da cobertura e recobrimento de terra, e avaliação da presença de proteção vegetal, para que assim, seja impedido o aparecimento de pontos de afloramento do lixiviado de aterro sanitário (ABNT, 1997; FEAM, 2010; GONÇALVES, *et al.*, 2013).

Ainda Setta (2015) destaca que existem problemas ambientais irreversíveis de recuperação como a alteração do relevo, e desta forma, a autora também enfatiza a importância da consideração dos critérios supracitados. Tais critérios mencionados,

são capazes de monitorar as condições ambientais do relevo, de modo a evitar que as condições alcancem um estado irreversível de recuperação. A autora cita, que a alteração do relevo afeta o solo e a paisagem, e até então não existem medidas eficientes para mitigação.

A Feam (2010) e a Cetesb (2017) colocam como outros pontos importantes e indispensáveis de avaliação como, as distâncias mínimas permitidas entre os corpos hídricos (> 200 m), e os núcleos populacionais em relação a área de disposição final de RSU (>500m). Segundo Law & Ross (2019), ADDIRSU localizadas perto de corpos hídricos representam uma grande ameaça para qualidade das águas, sobretudo quando estes, são utilizados como fontes de captação de água potável. Para tanto, caso seja verificado a contaminação das águas, os ecossistemas marinhos que suportam e oferecem o equilíbrio a pesca e a aquicultura são comprometidos. Já sobre às distâncias em relação aos núcleos populacionais, nas últimas décadas muitas casas foram perdidas e centenas de pessoas mortas por deslizamentos de terra em todo mundo, principalmente nos países pertencentes aos continentes da Ásia, África e América do Sul.

Além da delimitação das distâncias mínimas, as áreas devem estar devidamente isoladas para impedir a entrada de pessoas e animais, sobretudo CMR. Diversos trabalhos consideram a presença de CMR como um critério de avaliação, haja visto que sua presença implica em diversos problemas sociais (BINION, GUTBERLET, 2012 & AZEVEDO *et al.*, 2015).

Segundo Cruviel *et al.* (2019), problemas sociais envolvendo catadores são uma questão preocupante, especialmente em países subdesenvolvidos. Annepu (2012), realizou em Kolkata/Índia uma avaliação da incidência de problemas na saúde em 151 indivíduos que realizavam a catação dentro do lixão e 205 que residiam a menos de 200 metros de distância de ADDIRSU, utilizando para tal exames clínicos. Como resultados, os autores comprovaram de fato a incidência de problemas respiratórios em 43 pessoas, infecções do nariz e da garganta também em 43 pessoas, anemias em 17 pessoas, asma em 11 pessoas, riscos cardiovasculares em 21 pessoas, dentre outras enfermidades. Binion & Gutbelert (2012) também identificaram problemas de saúde em CMR de outros países (Quadro 16). Os autores concluíram que as enfermidades estão intimamente relacionadas com a falta de fiscalização e gestão ambiental inadequada.

Quadro 16: Problemas de saúde identificados em catadores de materiais recicláveis

<b>País</b>	<b>Sintomas</b>
Argentina	Acidentes de trânsito, ossos quebrados, cortes de vidro e metais encontrados no lixo, cansaço e fadiga, queimaduras, dores e dores, respirar problemas circulatórios, doenças e infecções
Brasil	Dor no corpo e nas costas, pernas, ombros e braços, lacerações nas mãos, junto com úlcera, pressão alta, gripe, e bronquite Infestação de vermes, trato respiratório superior
Índia	Infestação de vermes, infecção no trato respiratório superior infecção, suspeita de tuberculose, xeroftalmia, e cárie dentária
Vietnam	Dor nas costas, tosse, dores de cabeça, dores de estômago, dores musculares e erupções cutâneas; cortes nas mãos, pés e membros
Usa	Lacerações, infecções, picadas de agulha, e trauma contuso

Fonte: Bionion & Gutbelert (2012).

Através, dos levantamentos realizados nos TCAs de nº02 de 2013, foi possível evidenciar algumas medidas mitigadoras já implementadas dentre as áreas identificadas como ADDIRSU neste estudo. Foram identificadas cercas vivas e revegetação com plantas nativas, cercamento com isolamento e portão, guaritas de monitoramento, sistemas de drenagem de águas pluviais, sistemas de drenagem de gases, fiscalização para inibir moradias permanentes ou temporárias. Essas medidas foram consideradas dentre o grupo de proposições, para que sejam, caso necessário, propostas as demais áreas do plano amostral.

Nogueira (2015) e Ramos (2016), também se utilizaram dessas medidas citadas acima para proposição de estratégias a serem implementadas em ADDIRSU. Entretanto, os autores consultaram tais medidas através do caderno de reabilitação de ADDIRSU disposto pela Feam (2010), corroborando com o fato que tais medidas se referem a soluções comumente utilizadas para resolução de problemas ambientais evidenciados nestas localidades. Pois estas, foram elencadas através de especificidades próprias destas áreas, como também, através da contribuição de especialistas.

A seguir no Quadro 17 as medidas foram sintetizadas dentre as fontes de informação utilizadas nesta pesquisa para mitigar os aspectos ambientais passíveis de causar degradação e conseqüente poluição em ADDIRSU. Como os aspectos dispõem da avaliação de um grupo de critérios, as propostas foram direcionadas pontualmente a cada critério ambiental de avaliação. Vale destacar que as medidas mitigadoras foram identificadas com uma numeração de forma a possibilitar uma análise das frequências das citações de cada medida.

Segundo Reale *et al.* (2016) e Nicoleite, Overbeck & Muller (2017), o cercamento com isolamento e portão, e guaritas de monitoramento podem impactar positivamente na resolução de problemas operacionais, pois resultam em melhores vias de acesso para movimentação de veículos, controle de entrada e saída de pessoas, e maior segurança do local. Além disso, evita problemas sociais, como por exemplo, a presença de CMR dentro e no domínio do entorno (REALE, *et al.*, 2016 & NICOLEITE, OVERBECK, MÜLLER, 2017).

Conforme Azevedo *et al.* (2015), para promover o afastamento dos CMR, primeiramente deve ser garantido o isolamento adequado da área (físico e visual), bem como, um monitoramento constante da entrada e saída de pessoas. Posteriormente, caso seja verificado a presença, ou a resistência destes CMR, as prefeituras municipais devem ser avisadas e devem obrigatoriamente promover políticas públicas eficientes e o seu afastamento.

Hartmann (2018), enfatiza a viabilidade de implementação de organizações de CMR visando a inclusão, como também, a diminuição dos riscos ambientais para estes trabalhadores. Ainda, é destacado pelo autor, em caso de disponibilidade de maiores recursos, é altamente recomendado a instalação de usinas de reciclagem, pois estas veem crescendo gradativamente no mercado dos recicláveis e reaproveitáveis. Além disso, usinas de reciclagem referem-se a uma alternativa sustentável, bem como lucrativa se gerida adequadamente.

Quadro 17: Medidas mitigadoras estratégicas para cada aspecto das áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no Espírito Santo (continua).

Aspectos	Critérios de avaliação	Medidas mitigadoras estratégicas
Estrutura de apoio	1. Controle de acesso e monitoramento	1.1. Delimitar a área com cerca de isolamento e portão. 1.2. Promover o controle de acesso integral com guarita. 1.3. Registrar movimentação de cargas e pessoas. 1.4. Identificar local com placas de advertência.
	2. Isolamento visual	2.1. Instalar cinturão verde ou outro tipo de medida visual.
	3. Acesso à frente de descargas	3.1. Adequar vias de acesso para garantir que a chegada dos resíduos possa contar com as melhores condições de sinalização, operação e monitoramento.
Frente de trabalho	4. Dimensões da frente de trabalho	4.1. Adequar tamanho das bordas superiores das valas, deixando espaço suficiente para operação e manutenção.
	5. Compactação dos resíduos	5.1. Compactar o resíduo em camadas sobrepostas ou até que a cobertura esteja perfeitamente homogênea e todo o material disposto esteja visualmente adensado.
	6. Recobrimento dos resíduos	6.1. Recobrir resíduo diariamente. 6.2. Quando do encerramento da célula, verificar recobrimento do maciço de resíduos com camada mínima de 50 cm de argila de boa qualidade, inclusive nos taludes laterais.
Taludes e bermas	7. Dimensões e inclinações	7.1. Retaludar toda ADDIRSU para inclinações que garantam a estabilidade do talude. 7.2. Monitorar comportamento mecânico dos maciços, visando avaliação das suas movimentações e condições gerais de estabilidade.
	8. Proteção vegetal	8.1. Quando do encerramento da célula, implantar camada de argila moderadamente compactada com 20 cm de espessura imediatamente acima da camada selante e de solo/composto orgânico com espessura de 40 cm para fixação da zona radicular das espécies gramíneas a serem plantadas sobre a superfície reconformada da ADDIRSU, ou uso de tecnologias alternativas a estes procedimentos. 8.2. Erradicar espécies exóticas como gramíneas do tipo <i>brachiaria brizantha</i> . 8.3. Limitar o desmatamento em áreas adjacentes. 8.4. Descompactar o solo e implantar práticas conservacionistas de recomposição vegetal.
	9. Afloramento de lixiviado de aterro sanitário	9.1. Drenar, armazenar e tratar.
Superfície superior	10. Nivelamento da superfície	10.1. Realizar o nivelamento final da superfície em cota superior à do terreno, feito de forma abaulada para evitar o acúmulo de águas de chuva sobre a vala.
	11. Homogeneidade da cobertura	11.1. Realizar a manutenção da camada de cobertura da célula a partir de uma cobertura fina de solo, mitigando possíveis recalques.
Estrutura de Proteção Ambiental	12. Drenagem do lixiviado de aterro sanitário	12.1. Realizar a drenagem e o armazenamento do lixiviado desaguando, por gravidade, na parte mais baixa do modelado topográfico existente.
	13. Tratamento do lixiviado de aterro sanitário	13.1. Tratar o lixiviado de aterro sanitário com tecnologia adequada. • <b>Caso constatada a contaminação do solo, recomenda-se:</b>
		13.2. Retirar a camada de solo contaminada e depositar solo natural na área escavada, dispondo o solo contaminado em área adequada. 13.3. Viabilizar uso de tecnologias de tratamento (remediação).

Quadro 17: Medidas mitigadoras estratégicas para cada aspecto das áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no Espírito Santo (conclusão).

Aspectos	Critérios de avaliação	Medidas mitigadoras estratégicas
Estrutura de Proteção Ambiental	14. Drenagem provisória de águas pluviais	14.1 Realizar a escavação do solo e instalar canaletas que direcionem o fluxo de água a um sistema de drenagem principal.
	15. Drenagem definitiva de águas pluviais	15.1 Instalar sistema de drenagem definitiva a partir de canaletas em concreto simples moldados no local a fim de minimizar o ingresso das águas de chuva no maciço de resíduos. 15.2 Direcionar o fluxo de água até às bacias de retenção ou galeria de águas pluviais públicas.
	16. Drenagem e tratamento de gases	16.1 Instalar drenos verticais com espaçamento adequado para redução de gases no corpo do aterro. 16.2 Tratamento do gás coletado a partir da queima.
	17. Monitoramento de águas subterrâneas	17.1 Instalação de poços de monitoramento para realização de análises periódicas físico-químicas. 17.2 Caso constatada a contaminação das águas subterrâneas, utilizar as técnicas adequadas para controle e remediação.
	18. Monitoramento geotécnico	18.1 Acompanhar o comportamento mecânico dos maciços, visando avaliação das suas movimentações e condições gerais de estabilidade.
Outras informações	19. Presença de catadores	19.1 Incentivar formalização de catadores em sistemas de cooperativas ou associações. 19.2 Aprimorar sistema de controle de acesso com registro de entrada e saída de pessoas. 19.3 Retirada dos resíduos do local ou realizar a cobertura dos resíduos com terra.
	20. Queima de resíduos	20.1 Fiscalizar e coibir a ocorrência de queima de resíduos.
	21. Ocorrência de vetores e odores	21.1 Instalar cinturão verde. 21.2 Retirada dos resíduos do local ou realizar a cobertura dos resíduos com terra.
	22. Presença de aves e animais	22.1 Retirar e impedir a entrada e presença de aves e animais. 22.2 Retirada dos resíduos do local ou realizar a cobertura dos resíduos com terra. 22.3 Delimitar a área com cerca de isolamento e portão.
	23. Recebimento de resíduos industriais	23.1 Não aceitar recebimento de resíduos classificados como perigosos. 23.2 Fiscalizar e coibir a disposição de resíduos perigosos em ADDIRSU.
Característica da área	24. Proximidades de núcleos habitacionais (<500m)	24.1 Fiscalizar e coibir a instalação de moradias permanentes ou temporárias. 24.2 Implantar programas de educação ambiental para área de estudo.
	25. Proximidades de corpos de água (< 200m)	25.1 Instalar postos de monitoramento e realizar análises físico-químicas no corpo hídrico. 25.2 Caso constatada a contaminação, desviar o fluxo de lixiviado de aterro sanitário. 25.3 Caso constatada a contaminação das águas superficiais e subterrâneas, utilizar as técnicas adequadas para controle e remediação. 25.4 Caso constatada a contaminação das águas indica-se a instalação de lacres em cisternas ou poços e água no entorno da ADDIRSU.
	26. Restrições legais ao uso do solo	26.1 Restringir o uso de solos contaminados ou com indícios de erosão. 26.2 Descontaminar os solos. 26.3 Realizar o isolamento da área contaminada.

Fonte: Construído a partir de Bidone (2007); Feam (2010), Oliveira *et al.* (2010); Romeiro, Souza, Lopes (2014); Oliveira (2014); Oliveira, Tucci, Santos (2016); Ramos (2016), Nogueira (2015), Azevedo *et al.* (2015), Zanela (2016), Reale *et al.*, (2016), Nicoleite, Overbeck, Muller (2017), Ayodele *et al.* (2018); Lima *et al.* (2018); Ye, Xio (2019); Monkare *et al.* (2019).

Segundo Leite, Lopes (2000) e Feam (2010) para o isolamento físico as cercas vivas são comumente utilizadas, são eficientes para evitar o repasse de materiais, bem como atenuação de maus odores. Entretanto, a eliminação de odores deve ser realizada conjuntamente com o recobrimento dos resíduos, além do mais, determinada ação evita o aparecimento de aves oportunistas, e corrobora com o afastamento de CMR (AZEVEDO *et al.*, 2015).

Em outra via, Romeiro, Souza & Lopes (2014), relatam que o reflorestamento das ADDIRSUs com espécies nativas faz-se de suma importância para promoção de estabilidade dos taludes, bem como limitação da erosão. Além disso, Resende & Oliveira (2010) destacam a existência de espécies com potencial de biofitorremediação, capazes de promover a descontaminação de solos e águas subterrâneas contaminados pelo lixiviado de aterro sanitário.

Conforme Ye *et al.* (2019), a remediação de solos e águas subterrâneas trata-se de uma medida altamente eficiente, devido sua facilidade e eficiência comprovada na remoção de contaminantes. Neste sentido, tal mecanismo tornou-se um mercado significativo por intermédio da alta demanda e dos resultados positivos demonstrados por diversos países. Além do mais, a remediação dispõe de diversas técnicas distintas e sua implementação irá depender essencialmente do *status* da degradação ambiental, bem como da disponibilidade de recursos (YE *et al.*, 2019).

Através de Monkare *et al.* (2019), uma ADDIRSU deve dispor de uma estrutura ambiental mínima de apoio que contenham os seguintes elementos: tubos para drenagem, coleta e tratamento do lixiviado de aterro sanitário, tubos de recolha e arejamento de gases, mantas de impermeabilização, e sistemas de drenagem superficial de águas pluviais. A seguir, ao evidenciar a degradação ambiental devido à ausência destes mecanismos a readequação deve iniciar-se a partir de tais elementos fundamentais ao funcionamento.

Em continuidade Azevedo *et al.* (2015), destacam que devem ser eliminados sulcos encontrados no solo, que possibilitem a infiltração das águas da chuva, pois estes podem encarecer os custos demandados com a estrutura ambiental de apoio. Conforme Chai *et al.* (2016), a drenagem e o tratamento das emissões gasosas são indispensáveis devido a produção de gás metano e emissão pela atividade anaeróbica. Aliás, determinados elementos emitem biogás que podem ser convertidos a partir processos integrados em energia elétrica. Vale destacar, que diversos países

já realizam esse reaproveitamento. Além do mais, trata-se de uma medida sustentável, e corrobora com as fontes de captação energética disponíveis ao consumo (SHARMA & CHANDEL, 2017; MONKARE *et al.*, 2019).

A seguir, Monkare *et al.* (2019) destacam o aterro sanitário como a melhor solução para resolução de problemas ambientais, devido à sua grande complexidade, e atendimento aos critérios que conteriam os mais amplos aspectos ambientais. Entretanto, trata-se de uma alternativa custosa pois envolve uma série de soluções que são implementadas conjuntamente. Ainda, Law & Ross (2019) especificam os benefícios da implementação de aterros sanitários. Segundo os autores, o fechamento de um “lixão” pode ser viabilizado em um período curto, e juntamente com vontade política e envolvimento das partes interessadas, a ADDIRSU pode ser rapidamente readequada. Os autores explanam sobre o caso de sucesso ocorrido no Brasil em Brasília, respectivo ao fechamento do maior “lixão”. Conforme os autores, se o maior “lixão” do Brasil obteve sucesso na recuperação ambiental, outros “lixões” ao redor do mundo também poderão, apenas faz-se necessário a mobilização de esforços coletivos.

Alguns custos foram levantados por Monkare *et al.* (2019) com base em dois aterros sanitários (um antigo e um novo) que necessitavam ser remediados na Finlândia. A pesquisa apresentou os custos necessários para impermeabilização inferior com geomembranas, além de incluir sistema de drenagem de lixiviados (R\$ 126,26/m<sup>2</sup>); tubos de drenagem de gás ou de aeração (R\$ 21,10/m<sup>2</sup>); tratamento do lixiviado a (R\$ 16,88/m<sup>3</sup>); o tratamento do biogás (0,25 kWh/m<sup>3</sup>), sendo maior este valor nos menores aterros; aeração ativa (R\$ 5,00/m<sup>2</sup>); eletricidade (R\$ 147, 70/MWh); trabalho de máquinas (R\$ 21,10/t) e pessoal (R\$ 21.100/mês). Através das constatações dos autores, conclui-se que, as áreas jovens e com grandes extensões territoriais tendem a demandar menores custos para adequação e remediação.

Ye *et al.* (2019), viabilizam a readequação de ADDIRSU jovens (< 10 anos), pois estas dividem-se em duas fases: degradação aeróbica pela ação de microrganismos, normalmente de curta duração, e degradação anaeróbica resultando na produção de ácidos. Já as condições em aterros antigos agravam-se, sobretudo pelo aumento de pH, e diminuição da concentração de DQO. Para tanto, a concentração de amônia geralmente não diminui no lixiviado à medida que o aterro envelhece, comprometendo

assim, gradativamente as condições do meio e comprometendo a readequação do local, bem como encarecendo os custos do investimento.

A Feam (2010), Nogueira (2015) e Ramos (2016), destacam que as ADDIRSU podem não serem aptas a implementação de aterros sanitários, em consequência da degradação ambiental já se encontrar em estado avançado. Assim sendo, a melhor opção seria o isolamento, bem como a retirada dos resíduos e o encaminhamento para um aterro sanitário. Entretanto, a readequação de uma ADDIRSU em aterro sanitário deve ser avaliada através de condições ambientais específicas, e caso a área atenda aos critérios mínimos necessários a readequação pode ser executada, de modo a viabilizar a eficiência da mitigação, bem como otimizar os custos necessários.

### 5.3 ENQUADRAMENTO DAS ÁREAS DEGRADADAS PELA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS COM APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERRO DE RESÍDUOS

Conforme já exposto anteriormente, para a aplicação da técnica de aterros sanitários na mitigação de ADDIRSU, a FEAM dispõe de critérios capazes de avaliar e enquadrar as ADDIRSU com relação as técnicas de mitigação ambiental viáveis (remoção de resíduos, recuperação simples, recuperação parcial, adequação provisória como aterro controlado, aterro sanitário).

Nesse sentido, o enquadramento das 32 ADDIRSU com aplicação do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos teve como objetivo avaliar a viabilidade da aplicação da técnica de aterro sanitário oferecendo aos gestores municipais uma solução de readequação bônus, visto que a proposição do conjunto de medidas mitigadoras consideradas estratégicas são o objetivo principal da presente pesquisa.

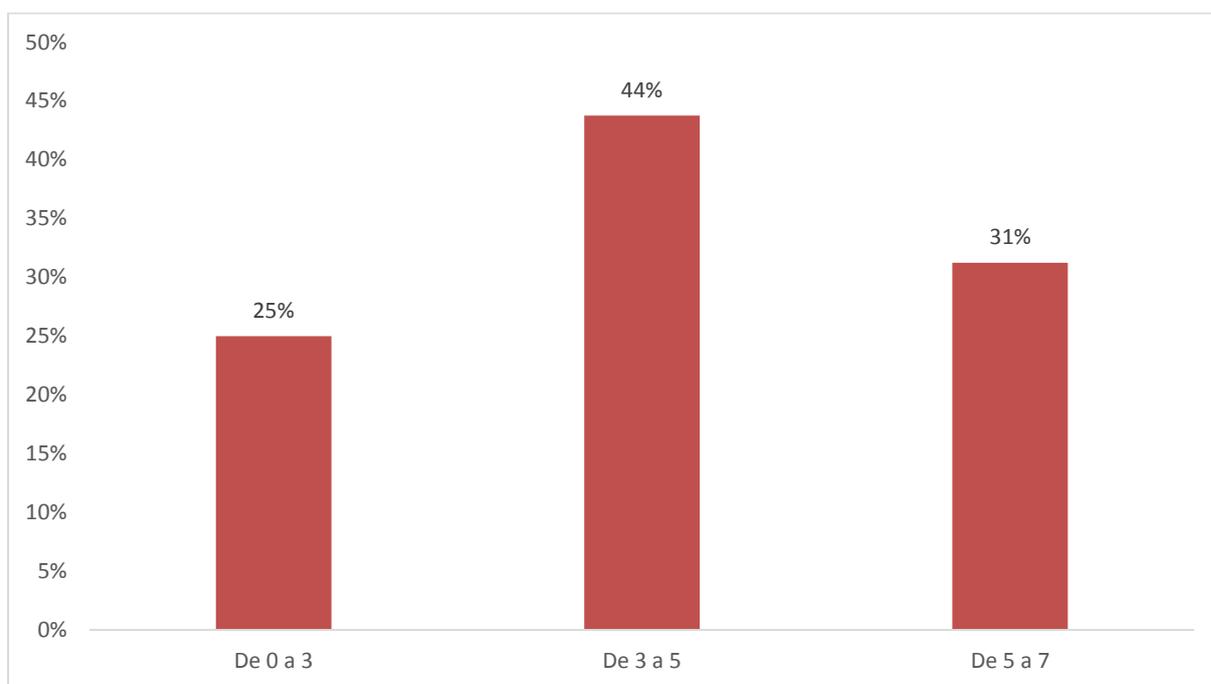
Para o alcance do objetivo conforme descrito no tópico de metodologia as ADDIRSU foram enquadradas em três faixas de valores, onde os resultados podem ser evidenciados no Apêndice C2, Apêndice C3, Apêndice C4.

Está divisão foi adotada pois as notas mais altas (Apêndice B) evidenciadas dentre o conjunto foram respectivas a 5,6, e como não foi verificado condições adequadas

totais através do IQR total, a faixa de corte limitou-se à 7 pontos, visto que 7,1 já apontaria condições adequadas.

A seguir, os valores foram estipulados em três faixas de valores sendo respectivamente de 0 a 3, 3 a 5 e 5 a 7 conforme Figura 17.

Figura 17: Valores do IQR para as ADDIRSU agrupados em três faixas de valores.



Fonte: Autoria própria.

Somente 10 áreas ficaram na faixa com pontuação entre 5 e 7 (vide Figura 17), sendo que nas duas áreas de aterro controlado também foram verificadas condições inadequadas, resultando em valores do IQR total de 5,5 e 4,5. Vale destacar que, os aterros controlados possuíam a cobertura das valas, bem como trata-se de áreas devidamente isoladas, mas como já citado neste trabalho, as condições ambientais de aterros controlados se assemelham com as áreas de “lixão”. De fato, foi verificado que os “lixões” que já executaram algumas medidas voltadas à mitigação obtiveram às melhores pontuações (5 e 6).

No trabalho de Silva *et al.* (2016) também foram encontradas condições insatisfatórias com pontuação do IQR de 1,84 aferida ao “lixão” localizado em Riacho Frio. Neste sentido, quando a pontuação é muito baixa entende-se que itens importantes como drenagem de águas pluviais, gases e lixiviado de aterro sanitário, impermeabilização do solo, recobrimento e compactação dos resíduos, drenagem e tratamento do lixiviado de aterro sanitário são totalmente inexistentes. Os autores encontraram

ausência de determinados elementos, e por fim, concluíram que áreas de “lixão” tendem a apresentar avaliações similares, pois carecem de diversos mecanismos de controle ambiental.

Já Galdino *et al.* (2015) reportam que os mecanismos de controle de aterro controlado são operacionalizados de forma insuficiente. Conforme a Cetesb (2017), aterro controlado também carece de condições satisfatórias para operação, e desta forma, se assemelha as condições ambientais encontradas em “lixões”, exceto pelo recobrimento dos seus resíduos.

Entretanto, Monkare *et al.* (2019) destacam que aterros controlados estão mais suscetíveis a readequação em aterros sanitários. Ou seja, a implementação é viabilizada a partir de menores custos, além de trazer um conjunto de soluções eficazes para recuperação ambiental do meio.

Consequente, através das orientações dispostas pela Feam (2010) para implementação de técnicas de mitigação ambiental realizou-se uma análise dentre as três faixas de valores, a partir da verificação da avaliação dos critérios ambientais para realizar um enquadramento dentre as possibilidades. No Quadro 18 são apresentados os resultados da avaliação das três faixas de IQR por técnica.

Quadro 18: Análise por faixa de IQR dos critérios estabelecidos pelas técnicas mitigadoras de áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos (continua).

Tipo de Mitigação	Crítérios	IQR de 0 a 3	IQR de 3 a 5	IQR de 5 a 7
Remoção de resíduos	Altamente recomendável quando o “lixão” estiver localizado em área de risco geológico ou geotécnico que possa significar perigo para a população e o meio ambiente.	Sim ALTAMENTE recomendável. OK (ACEITAR)	Não atende (RECUSAR)	Não atende (RECUSAR)
	Escorregamento do depósito sobre residências localizadas em encostas íngremes.	Não	Não atende (RECUSAR)	Não atende (RECUSAR)
	Assoreamento de nascentes.	Possível, porém houve ausência de informação	Não atende (RECUSAR)	Não atende (RECUSAR)
	Possibilidade de ruptura do maciço em razão do empilhamento concentrado dos resíduos em pequenas áreas, com grande altura e inclinação.	Sim atende. OK	Não atende (RECUSAR)	Não atende (RECUSAR)
Recuperação Simples	o maciço do depósito deve ter pequena altura e ter <b>taludes estáveis</b> na condição em que se encontra, podendo ser capeado com solo, sem manejo de resíduos, de modo seguro e economicamente viável.	Não atende. (RECUSAR)	Sim atende, OK	Não atende, 100% de avaliação como inadequado, RECUSAR
	Estar fora dos limites de áreas de formação cárstica, ou sobre qualquer outra formação geológica propícia à formação de cavernas.	Sim atende. OK	Sim atende, OK	Sim está, solos de pouca permeabilidade, OK
	Estar fora de limites que contenham áreas de valor histórico ou cultural, como, por exemplo, os sítios arqueológicos.	Sim atende. OK	Sim está, não foi verificado sítios arqueológicos. OK	Sim está, não foi verificado sítios arqueológicos, OK
	Estar fora dos limites de áreas de preservação permanente, áreas de proteção ambiental e reservas biológicas.	Não atende. (RECUSAR). 1 área encontra-se dentro dos limites de APP.	Não se encontra dentro dos limites de várias APP (Recusa-se a recuperação Simples) (RECUSAR).	Sim está, não foi verificado presença de APP. Ok
	Deve haver disponibilidade de solo apropriado para o encapsulamento dos resíduos a menos de 1,5 km do local.	Ausência de informação.	Falta de informação	Falta informação
	não ter ocorrido comprometimento das águas subterrâneas, constatado em análises químicas e biológicas.	Falta de informação	Falta de informação	Falta informação
	Os catadores do município já se encontram ou estão em processo formal de organização.	Sim atende. OK	93% sim, 7% não	Sim, já se encontram, OK
Recuperação parcial	Se não se enquadrar na recuperação simples.	-	FAZER RECUPERAÇÃO PARCIAL	Possibilidade de realizar a Recuperação Parcial

Quadro 18: Análise por faixa de IQR dos critérios estabelecidos pelas técnicas mitigadoras de áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos (conclusão).

Tipo de Mitigação	Crítérios	IQR de 0 a 3	IQR de 3 a 5	IQR de 5 a 7
Adequação provisória como aterro controlado	Não deve estar localizada em áreas de reconhecida formação cárstica, ou sobre qualquer outra formação geológica propícia à formação de cavernas.	Não estão localizadas, OK	Não estão localizadas. OK	Não estão localizadas, OK
	Não deve estar localizada em áreas erodidas, em especial em voçorocas ou em áreas de preservação permanente.	Sim 90%. OK e não para 10% 1 área está dentro de APP.	Sim está, 2 áreas estão localizadas em áreas erodidas (RECUSAR)	Não estão, OK
	Deve possuir solo de baixa permeabilidade e ter declividade média inferior a 30%.	Não atende. (RECUSAR)	Sim atende. OK	Sim atende, OK
	Não deve estar localizada em área sujeita a eventos de inundação.	Não atende. (RECUSAR)	Sim está sujeita pois a drenagem pluvial é ineficiente (RECUSAR)	Sim estão sujeitas pois a drenagem pluvial é ineficiente
	Deve estar situada a uma distância mínima de 300 metros de cursos d'água ou qualquer coleção hídrica. Poderão ser admitidas distâncias entre 200 e 300.	Não atende. (RECUSAR)	57% encontram-se a menos de 200 metros de cursos d'água (RECUSAR)	Sim atende, OK
	Deve estar a uma distância mínima de 500 metros de núcleos populacionais.	Sim atende. OK	Não, 79% encontra-se a menos de 500 metros (RECUSAR)	70 % atende e 30% não. SERÁ VERICADO PROBLEMA COM 30% DAS ÁREAS
	Deve estar a uma distância mínima de 100 metros de rodovias federais, a partir da faixa de domínio estabelecida pelos órgãos competentes.	Sim atende. OK	Sim está. OK	Sim atende, OK
Aterro sanitário	Proximidades de núcleos habitacionais > 200 metros.	Sim atende. OK	Não atende, 79% está a menos de 500 metros. (RECUSAR).	Sim atende, OK
	Proximidades de corpos de água >= 200 metros.	Não atende. (RECUSAR)	Não, 57% das áreas é <200 m (RECUSAR).	Sim atende, OK
	Vida útil deve ser maior que 5 anos.	Não atende. (RECUSAR)	Sim em 64%, OK. Não em 36% (RECUSAR).	40% possui vida útil maior que 5 anos OK; 30% de 2 a 5 RECUSAR; e outros 30% menos que 2 anos RECUSAR. SUGERIR RECUPERAÇÃO PARCIAL (PARA OS 30% e 30%).
	Permeabilidade inferior a 10-6 cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0 m.	Não atende. (RECUSAR)	Não, 79% é inadequado (RECUSAR).	Sim atende, OK
	Acessos - fator de evidente importância em um projeto de aterro, uma vez que são utilizados durante toda a sua operação.	Sim atende. OK	Sim atende. OK	Sim atende, OK
	Topografia deve possuir declividade superior a 1% e inferior a 30%.	Sim atende. OK	Não, 93% inadequado (RECUSAR).	Não atende, OK

Fonte: Autoria própria.

Por meio da análise da faixa de valor de IQR de 3 a 5 (vide Quadro 18) foi apontado como técnica de mitigação a recuperação parcial devido à remoção de resíduos não ser necessária e a falta de atendimento aos critérios necessários para atender a recuperação simples. Conforme a Feam (2010), é válido salientar que a recuperação parcial de áreas de “lixão” deve seguir obrigatoriamente um projeto conceitual, que contemple e execute algumas medidas voltada à readequação prezando pela estabilização das condições ambientais da área.

Os resultados da avaliação das áreas de IQR de 5 a 7 foram enquadradas na implementação de aterro sanitário. Destaca-se que 40% (4 áreas) se encontram 100% aptas para este tipo de implementação conforme *check-list*. Entretanto, em 30% (3 áreas) foi verificado uma vida útil entre 2 a 5 anos, e outras (30%, 3 áreas), menos de 2 anos. Tal fator, tornou inapropriado a implementação de aterro sanitário, e enquadraram este percentual à técnica de recuperação parcial.

A análise demonstrou alto potencial de aplicação em relação a mitigação da problemática ambiental no estado do Espírito Santo envolvendo as ADDIRSUs. Tal afirmativa, justifica-se por causa das áreas que podem subsidiar a implementação de aterros sanitários, e como já citado trata-se da melhor alternativa para mitigação de problemas ambientais, pois envolve um conjunto de medidas.

Para tanto, é válido destacar que o aterro sanitário apesar de apresentar diversos aspectos positivos dispõe de altos custos para sua implementação. Conforme Monkare *et al.* (2019), os valores do investimento giram em torno R\$ 616,76/m<sup>2</sup> de área. Entretanto, Vargas (2010) enfatiza fortemente que através de uma razão de custo e benefícios, esses investimentos se pagam ao longo dos anos por meio de uma gestão eficiente e esforços das partes interessadas, pois o sucesso de uma boa gestão de resíduos sólidos vai além da operacionalidade, pois parte também do envolvimento dos gestores municipais.

Além disso, no estado do Espírito Santo, ainda existem municípios que gastam com transporte para que seus resíduos sejam encaminhados a um aterro sanitário mais próximo. O objetivo desta análise foi enfatizar aos municípios capixabas que já existem áreas com potencial para readequação em aterros sanitários, podendo oferecer assim, maior autonomia para gestão dos seus resíduos caso acatem à sugestão.

## 5.4 AVALIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DOS CRITÉRIOS AMBIENTAIS E MEDIDAS MITIGADORAS PARA A ÁREA DE ESTUDO

A partir da classificação das condições ambientais encontradas para cada área por intermédio de verificação no formato *checklist*, e ponderação através do IQR (Apêndice B), foi possível realizar um agrupamento geral das condições apontadas através de suas características comuns (Apêndice C1).

O Apêndice C1 apresenta os resultados da avaliação dos critérios dentre cada grupo de aspecto por meio do agrupamento dos valores obtidos nos Subtotais (cálculo da média aritmética da classificação das condições ambientais apresentadas pelas 32 ADDIRSU), a fim de discutir e evidenciar uma análise do agrupamento dos Subtotais. O Subtotal 1 referiu-se à avaliação das condições ambientais dos seguintes aspectos (estrutura de apoio, frente de trabalho, taludes e bermas, superfície superior, estrutura de proteção ambiental), seguido do Subtotal 2 (outras informações importantes), e Subtotal 3 (características da área).

O Quadro 19 apresenta os valores encontrados em relação as condições ambientais apresentadas pelo conjunto das 32 ADDIRSU e em cada Subtotal.

Quadro 19: Valores encontrados nos subtotais em relação as condições ambientais das 32 áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no Espírito Santo.

Subtotais	Aspectos Ambientais	Resultado da avaliação das condições ambientais	Total máximo
<b>Subtotal 1</b>	Estrutura de apoio	30,87 pontos	86 pontos
	Frente de trabalho		
	Taludes e bermas		
	Superfície superior		
	Estrutura de proteção ambiental		
<b>Subtotal 2</b>	Outras Informações	9,5 pontos	10 pontos
<b>Subtotal 3</b>	Características da área	2,06 pontos	4 pontos

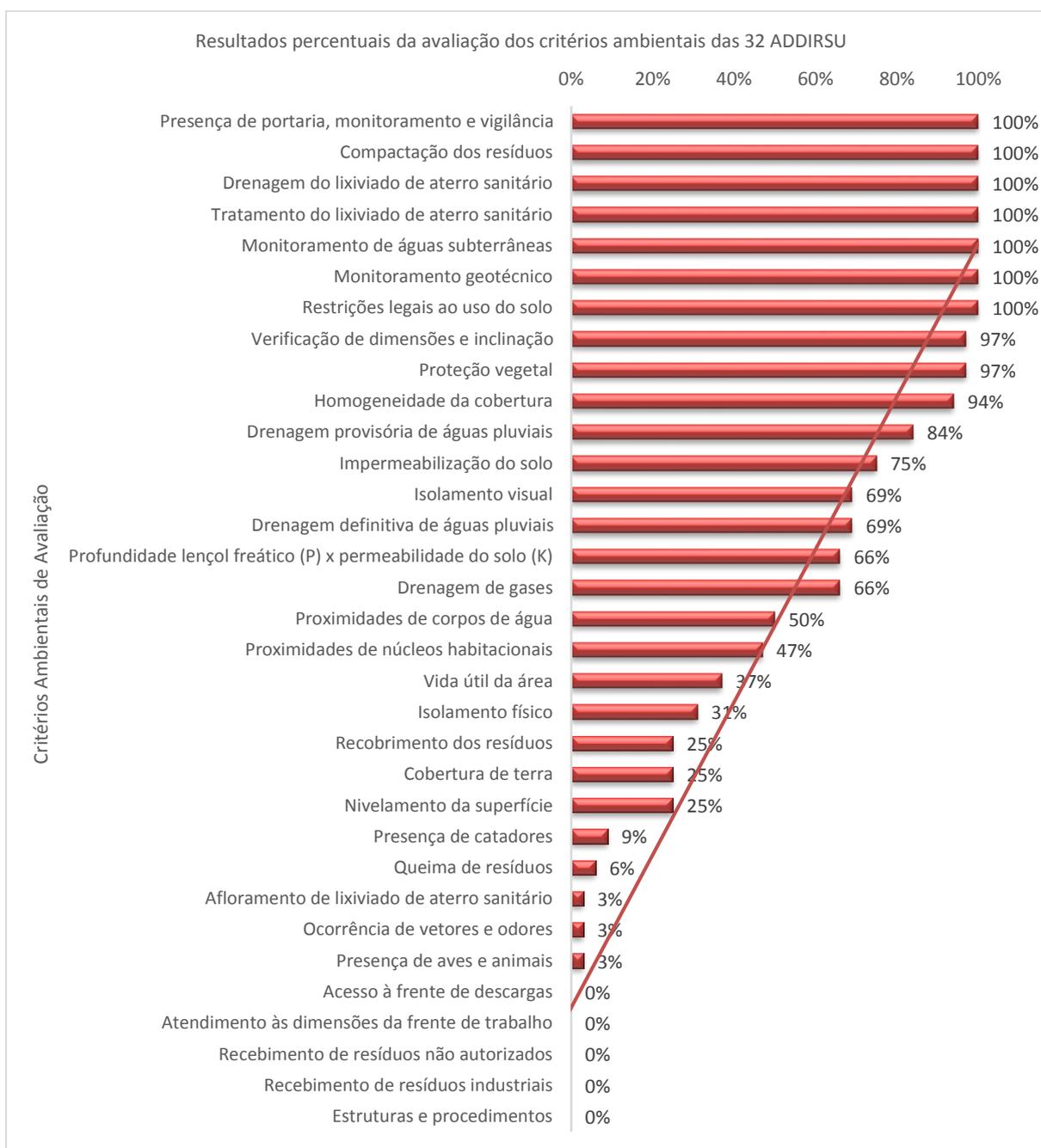
Fonte: Autoria própria.

Verificou-se que, conforme resultados apresentados no Quadro 19, o conjunto de aspectos do Subtotal 1 representaram 35,9% do total aferido sendo nítido que o conjunto de aspectos está aquém das condições ambientais esperadas.

Já o Subtotal 2 foi muito bem avaliado dentre as 32 ADDIRSU, recebendo uma média de 9,5 pontos, alcançando 95% da pontuação máxima para esse conjunto enquanto o Subtotal 3 obteve 51,5% da pontuação.

Através da avaliação dos critérios ambientais dentro cada grupo de aspecto foi possível observar o apontamento de diversas condições inadequadas. Devido ao agrupamento das áreas pelas suas características comuns, foi possível observar as frequências em relação a problemática ambiental dentre as 32 ADDIRSU que compuseram o plano amostral. A Figura 18, evidencia nitidamente quais foram os critérios ambientais que obtiveram as piores avaliações, e desta forma tornam-se prioritários à mitigação no estado do Espírito Santo.

Figura 18: Condições inadequadas apontadas pela avaliação dos critérios pertinentes as áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no Espírito Santo.



Fonte: Autoria própria.

Na Figura 18 observa-se que o critério “presença de portaria, monitoramento e vigilância” está ausente em 100% das 32 ADDIRSU assim como o aspecto referente à frente de trabalho revelou que a compactação dos resíduos se demonstrou 100% inadequada no estado do Espírito Santo.

O aspecto de estrutura de proteção ambiental demonstrou as maiores fragilidades apontando as piores condições ambientais. Conforme a Figura 18, os critérios de impermeabilização do solo (75%), profundidade lençol freático (P) x permeabilidade do solo (k) (66%), drenagem de lixiviado de aterro sanitário (100%), tratamento de lixiviado de aterro sanitário (100%), drenagem provisória de águas pluviais (84%), drenagem definitiva de águas pluviais (69%), drenagem de gases (66%), monitoramento de águas subterrâneas (100%), monitoramento geotécnico (100%) não obtiveram uma boa avaliação. Para tanto, vale destacar que a drenagem e tratamento do lixiviado de aterro sanitário, monitoramento de águas subterrâneas e geotécnico representaram 100% das avaliações para condições inadequadas, bem como estas estruturas, foram evidenciadas pelos PRADs como inexistentes. O aspecto característica da área também demonstrou 100% insuficiência, pois nas 32 áreas do plano amostral não foram encontradas restrições legais ao uso do solo.

Monkare *et al.* (2019) relatam que a inexistência de mecanismos de drenagem e tratamento do lixiviado de aterro sanitário demandam altos custos para a readequação da estrutura ambiental de apoio. Segundo os autores, quanto mais antigas forem as áreas, maiores serão os custos demandados, no qual, o revestimento inferior (geomembranas), incluindo o sistema de drenagem de lixiviados demandam R\$ 126,26/m<sup>2</sup>; tubos de drenagem de gás ou de aeração demandam R\$ 21,10/m<sup>2</sup>; tratamento do lixiviado demandam R\$ 16,88/m<sup>3</sup>; enquanto o tratamento do biogás pode gerar 0,25 kWh/m<sup>3</sup>.

Conforme Possamai *et al.* (2007) e Betio & Santos (2016), tal afirmativa é preocupante pois a maioria das áreas são relativas a antigas áreas de “lixão”. Como foi demonstrado, más condições ou inexistência de impermeabilização do solo, baixa profundidade do lençol freático e permeabilidade natural do solo inadequada inferem que possivelmente as águas subterrâneas podem estar contaminadas. Diante da complexidade desta situação, é necessário que seja realizado o monitoramento da qualidade dessas águas para apontar ou excluir a contaminação, pois além das condições ambientais desfavoráveis, a drenagem e o tratamento do lixiviado de aterro

sanitário foram destacados como inexistentes, potencializando ainda mais o risco de contaminação devido a lixiviação no solo.

A ausência do monitoramento geotécnico foi apontada como um fator preocupante, pois foram constatadas que duas áreas do plano amostral se encontram em terrenos propícios a erosão, e conseqüente desmoronamento. Ainda, foi verificado que os critérios de verificação de dimensões/inclinações e proteção vegetal também representaram relevância em relação a avaliação ambiental, obtendo igualmente 97% de não atendimento aos limites esperados.

Conforme Ali *et al.* (2014), áreas que apresentam tais fragilidades, comumente apresentam terrenos com sulcos e ravinas, possibilitando assim, o aparecimento de voçorocas. Tais mecanismos são propulsores da ruptura dos maciços de resíduos, como também modificam o relevo e a paisagem tornando a mitigação do ponto de vista ambiental avaliado como irreversível (ROMEIRO *et al.*, 2014; AZEVEDO *et al.*, 2015; SETTA, 2016).

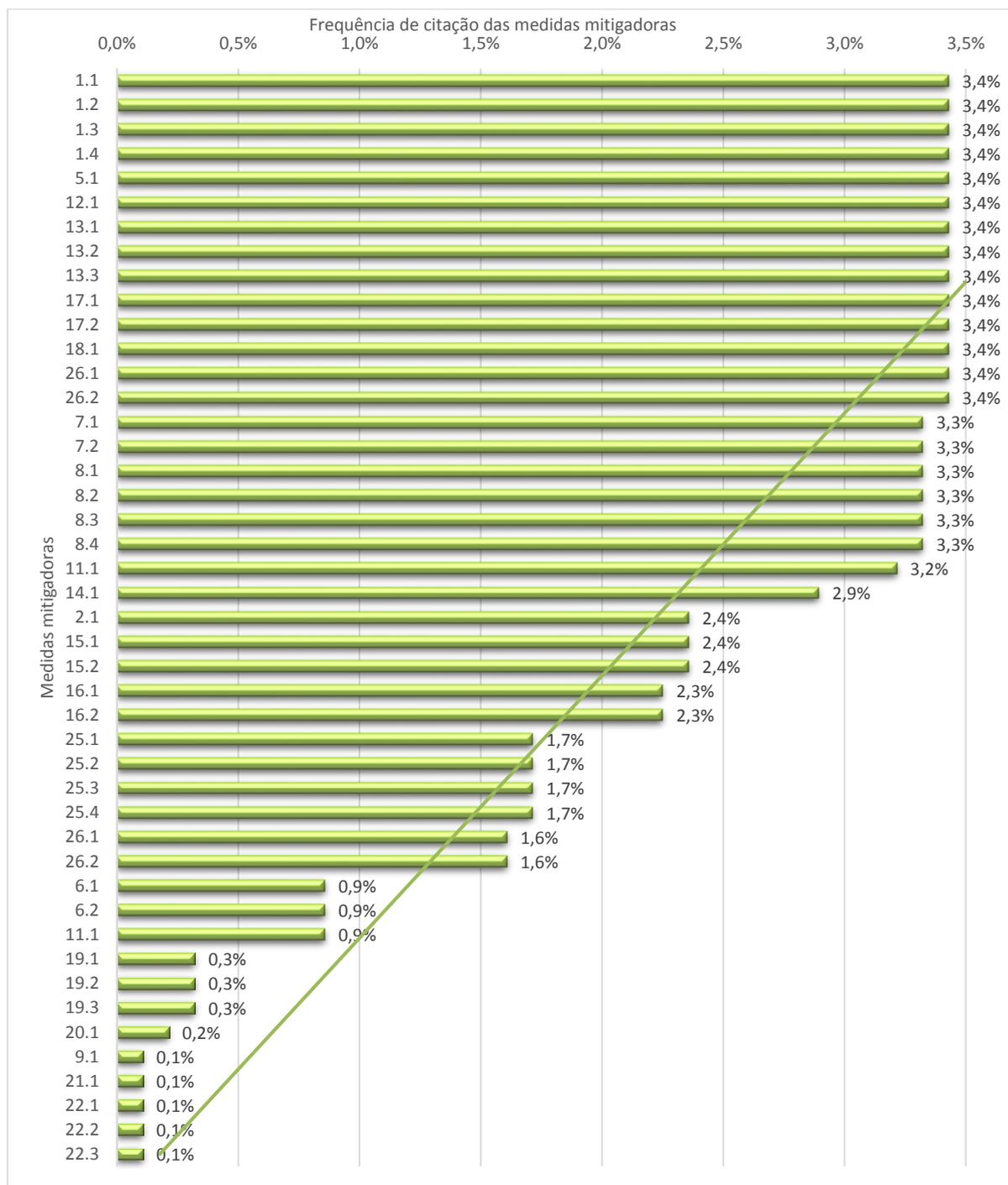
Ainda dentre as altas frequências, o critério “homogeneidade da cobertura” foi constatado em 94% das áreas avaliadas como condições inadequadas para homogeneização das células. Foi verificado que apenas 2 áreas realizavam este procedimento, sendo respectivas aos aterros controlados. Destaca-se que a avaliação deste critério originalmente foi realizada através de análise visual *in loco*. Entretanto, como as avaliações para este trabalho foram realizadas por intermédio de dado secundário, a interpretação deste quesito baseou-se essencialmente na ausência e na presença desta informação.

Salienta-se que 66% das áreas apresentaram valores de profundidade do lençol freático menores que 1,5 metros, bem como permeabilidade ( $k$ )  $< 10^{-6}$  cm/s. Vale destacar que o plano amostral referente a esta avaliação foi pertinente a 24 ADDIRSU, pois a ferramenta do IQR orienta o preenchimento deste critério apenas para os casos onde verifica-se a ausência de impermeabilização do solo.

Conforme Feam (2010), Vilhena (2010), e Nicoleite, Overbeck & Müller (2017), determinados critérios devem ser instrumento do projeto inicial de instalação de uma área de disposição final de RSU, de modo a viabilizar ou não a sua implementação, uma vez que estas variáveis estão intimamente relacionadas com a poluição ambiental evidenciada nas águas (superficiais e subterrâneas) e solo.

Em outra via sobre a análise de frequência das medidas mitigadoras estratégicas listadas no Quadro 17 teve como objetivo identificar a necessidade de readequação das condições encontradas em cada uma das ADDIRSU. A Figura 19 mostra as frequências percentuais concernentes às citações das medidas mitigadoras relacionadas à necessidade de cada ADDIRSU que compôs o plano amostral.

Figura 19: Análise de frequência das medidas mitigadoras citadas dentre as 32 ADDIRSU no estado do Espírito Santo.



Fonte: Autoria própria.

Vale destacar que os critérios: isolamento físico, cobertura de terra, impermeabilização do solo, profundidade lençol freático (P) x permeabilidade do solo (k), estrutura e procedimentos, recebimento de resíduos não autorizados e vida útil da área não se encontram listados dentre as frequências. O atendimento ao isolamento físico delimitou-se nas soluções propostas ao critério portaria monitoramento e vigilância, e as 32 ADDIRSU demonstraram ausência destes mecanismos, logo não existiu a necessidade da repetição.

O critério cobertura de terra, foi diluído nas soluções sugeridas ao recobrimento de resíduos pois são termos semelhantes e partem do mesmo objetivo. O recebimento de resíduos não autorizados foi contemplado pelas soluções elencadas ao recebimento de resíduos industriais. Já para profundidade do lençol freático (P) x permeabilidade do solo (K), estrutura e procedimentos e vida útil da área, está pesquisa considerou, que essas variáveis devem ser previstas antes da implementação de uma área destinada a disposição final de RSU.

Conforme mostra a Figura 19, as medidas propostas que obtiveram as maiores frequências de citações sendo requeridas absolutamente nas 32 ADDRSU foram respectivas a necessidade de readequação e atenuação de impactos dos seguintes critérios ambientais: presença de portaria, monitoramento e vigilância, compactação dos resíduos, drenagem do lixiviado de aterro sanitário, tratamento do lixiviado de aterro sanitário, monitoramento de águas subterrâneas, monitoramento geotécnico.

Nas 32 ADDIRSU faz-se necessário a execução das seguintes ações no estado do Espírito Santo para mitigação de ausência de portaria, monitoramento e vigilância: (1.1) delimitar a área com cerca de isolamento e portão (3,4%), (1.2) promover o controle de acesso integral com guaritas (3,4%), (1.3) registrar a movimentação de cargas e pessoas (3,4%), (1.4) identificar o local com placas de advertência (3,4%). Tais medidas totalizaram 13,7% do total de soluções propostas. A medida 5.1, compactar o resíduo em camadas sobrepostas ou até que a cobertura esteja perfeitamente homogênea e todo o material disposto esteja visualmente adensado, também foi requerida nas 32 áreas, sendo respectiva a 3,4% do total de soluções necessárias.

A Feam (2010) orienta que as cercas sejam de arame farpado e apresente no mínimo 1,80 metros de altura, sendo apoiadas por meio de postes de concreto ou madeira. Através de consulta ao Termo de Referência (TR), 01/2013 divulgado pelo lema

(2013), as placas de identificação devem ser de fácil visualização e leitura, com fundo branco, e devem conter dimensões de 1,20m x 0,80m, contendo o seguinte texto: “Área de Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos em fase de recuperação ambiental”, por fim, devem apresentar o nome do município e o número do processo registrado no órgão ambiental.

Conforme Lanza & Carvalho (2006), a compactação dos resíduos deve ser realizada com trator, preferencialmente do tipo esteira. Salviano (2016) defende o fato que as esteiras distribuem melhor o peso do trator sobre a superfície, diminuindo os efeitos com a compactação do solo, e assim otimizando a potência de trabalho do motor. Ainda, Lanza & Carvalho (2006) destacam que para o alcance de melhores resultados recomenda-se a realização de movimentos repetidos de baixo para cima procedendo-se de no mínimo seis (6) passadas consecutivas.

As medidas sugeridas para as 32 ADDIRSUs para drenagem e tratamento do lixiviado de aterro sanitário foram: (12.1) realizar a drenagem e o armazenamento do lixiviado de aterro sanitário, desaguando, por gravidade, na parte mais baixa do modelado topográfico existente (3,4%), (13.1) tratar o efluente de aterro sanitário com tecnologia adequada (3,4%), (13.2) retirar a camada de solo contaminada e depositar solo natural na área escavada (3,4%), dispor o solo contaminado em área adequada (3,4%), (13.3) viabilizar uso de tecnologias de tratamento (remediação) (3,4%). Tais sugestões foram absolutamente necessárias na totalidade do plano amostral com frequências máximas de citação que somadas resultaram em 13,7% das frequências. Para tanto, vale destacar que em 15 PRADs de fato foi constatado a contaminação pelo lixiviado de aterro sanitário. Entretanto, as demais áreas careceram desta informação, mas devido à ausência destes mecanismos de controle a contaminação deve ser considerada, bem como as soluções sugeridas como estratégias à mitigação.

Juncá (2003) relata que na maioria das vezes o lixiviado respectivo a ADDIRSUs é transferido a uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Entretanto, o autor aponta que muitas vezes as ETES não foram dimensionadas para tratar concentrações de componentes existentes no lixiviado, e desta forma, transferem problemas como altos custos, além de riscos ambientais potenciais envolvidos com o transporte. Segundo Lessa (2017), uma boa forma de readequação para tratamento do lixiviado de aterro sanitário trata-se das lagoas anaeróbias e facultativas. As lagoas referem-se a mecanismos satisfatórios na remoção de DBO, bem como apresentam eficiência na

remoção de patógenos. Além disso, a viabilidade deste mecanismo de tratamento baseia-se na operação e manutenção simples.

Em outra via Ye & Xio (2019) indicam técnicas de remediação em vista da eficiência para descontaminação de uma ADDIRSU, sendo comprovadas para descontaminação de solos e águas subterrâneas. Os autores defendem que os contaminantes provenientes de uma ADDIRSU se diferem dos agrícolas e indústrias, e por estes motivos indicam a remediação, que vem sendo cuidadosamente revisada por meio de pesquisas laboratoriais e executadas em campo através de projetos pilotos, de modo a otimizar a eficiência e elucidar possíveis falhas.

Foram propostas como medidas para o monitoramento de águas subterrâneas e geotécnico: (17.1) instalação de poços de monitoramento para realização de análises periódicas físico-químicas (3,4%), (17.2) caso constatada a contaminação das águas subterrâneas, utilizar as técnicas adequadas para controle e remediação (3,4%), e (18.1) acompanhar o comportamento mecânico dos maciços, visando avaliação das suas movimentações e condições gerais de estabilidade (3,4%). Tais soluções obtiveram frequências máximas de citação, somando o respectivo a 10,3%. Cabe salientar que o monitoramento das águas subterrâneas nas 32 ADDIRSU, constatou-se como inexistente, logo não é possível afirmar sobre a existência de contaminação. Entretanto, o potencial risco de poluição não deve ser ignorado, e por este motivo a realização de análises físico-químicas faz-se primordial para execução ou não, das demais medidas propostas a este critério especificamente.

Conforme Feam (2010) e Possamai *et al.* (2007), os poços de monitoramento devem ser instalados a montante e a jusante dos corpos hídricos pertencentes ao raio de 200 metros referente ao entorno da ADDIRSU. Lanza & Carvalho (2006) destacam que o monitoramento geotécnico deve dispor de no mínimo piezômetros, marcos superficiais, e medidores de vazão para ser eficiente. Aliás, as frequências das leituras devem ser baseadas através da gravidade potencial de ruptura dos maciços.

Para o critério restrições legais ao uso do solo foram propostas as seguintes medidas às 32 ADDIRSU: (26.1) restringir o uso de solos contaminados ou com indícios de erosão (3,4%) e (26.2) realizar o isolamento da área contaminada (3,4%). Também é altamente recomendado a descontaminação dos solos, mais determinada medida já foi requerida pelas 32 ADDIRSU para o tratamento do lixiviado de aterro sanitário, e desta forma não existe a necessidade de ser sugerida novamente. Tais soluções

também obtiveram as maiores frequências de citações e somaram 6,8% das proposições necessárias.

Consequente, a segunda frequência mais citada e necessária em 31 ADDIRSU do plano amostral foram respectivas a atenuação dos critérios dimensões e inclinações e proteção vegetal, com frequências respectivas a 19,9%. As soluções necessárias propostas se basearam nas seguintes medidas: (7.1) retaludar toda ADDIRSU para inclinações que garantam a estabilidade do talude (3,3%) e (7.2) monitorar comportamento mecânico dos maciços, visando avaliação das movimentações e condições gerais de estabilidade (3,3%).

Feam (2010) e Nogueira (2015) recomendam primeiramente a readequação das valas as bordas superiores, e posteriormente, seja realizado uma separação entre as bordas superiores das valas respeitando o limite de no mínimo um (1) metro, deixando um espaço suficiente para operação e manutenção.

Para proteção vegetal faz-se necessário em 31 ADDIRSU a implementação das seguintes medidas: (8.1) implantar camada de argila moderadamente compactada com 20 cm de espessura imediatamente acima da camada selante e de solo/composto orgânico com espessura de 40 cm para fixação da zona radicular das espécies gramíneas a serem plantadas sobre a superfície reconformada da ADDIRSU, ou uso de tecnologias alternativas a estes procedimentos (3,3%), (8.2) erradicar espécies exóticas como gramíneas do tipo *brachiaria brizantha* (3,3%), (8.3) limitar o desmatamento em áreas adjacentes (3,3%) e (8.4) descompactar o solo e implantar práticas conservacionistas de recomposição vegetal (3,3%).

Conforme Pinto, Resende & Oliveira (2010), a escolha das espécies deve ser baseada na disponibilidade de mudas e das sementes de viveiros próximos. Ao realizar o plantio, orienta-se que as covas sejam feitas por intermédio de broca acoplada ao trator para impedir a compactação do solo. Também, recomenda-se que seja respeitado o espaçamento de um metro (1) entre plantas e de um metro (1) entre as linhas (1x1 metro). Além disso, os autores também indicam a adubação para potencializar a eficiência da recomposição vegetal, bem como o coroamento de 0,3 metros no entorno de cada muda. Para mensuração da eficácia do plantio, as espécies devem ser monitoradas por 30 dias, com auxílio de fita métrica e de paquímetro digital.

Ainda, Jan (2015) e MMA (2018) relatam que para que seja limitado de fato o reaparecimento de espécies exóticas invasoras, é necessário que seja inibido o alto potencial colonizador, a partir de queimas controladas. Já para os casos, em que determinadas soluções não apresentem eficácia orienta-se o uso de herbicidas de forma moderada.

Em escala decrescente, os critérios homogeneidade da cobertura, drenagem provisória de águas pluviais, isolamento visual, drenagem definitiva de águas pluviais, drenagem e tratamento de gases demandaram 17,7% das frequências necessárias a mitigação dos impactos ambientais.

A seguir, as soluções sugeridas, percentual das frequências e necessidade de adequação dentre às áreas do plano amostral: (11.1) realizar a manutenção da camada de cobertura da célula a partir de uma cobertura fina de solo, mitigando possíveis recalques (3,2%, 30 áreas), (14.1) realizar a escavação do solo e instalar canaletas que direcionem o fluxo de água a um sistema de drenagem principal (2,9%, 27 áreas), (2.1) instalar cinturão verde ou outro tipo de medida visual (2,4%, 22 áreas), (15.1, 22 áreas) instalar sistema de drenagem definitiva a partir de canaletas em concreto simples moldados no local a fim de minimizar o ingresso das águas de chuva no maciço de resíduos (2,4%, 22 áreas), (15.2) direcionar o fluxo de água até às bacias de retenção ou galeria de águas pluviais públicas (2,4%, 22 áreas), (16.1) instalar drenos verticais com espaçamento adequado para redução de gases no corpo do aterro (2,3%, 21 áreas), (16.2) tratar o gás coletado a partir da queima (2,3%, 21 áreas).

Conforme Feam (2010) e Amadeo (2015), os sistemas de drenagem pluviais devem ser implementados em todo terreno, de modo a inferiorizar os potenciais danos provocados pela ação da água das chuvas. Além disso, é recomendado que os tubos de drenagem sejam instalados em pontos estratégicos, para que assim impulsionem o fluxo de água ao sistema de drenagem principal. Em relação as cercas vivas, a Cetesb (2017) orienta que estas possuam de 5 a 10 metros de altura, e sejam compostas por arbustos e árvores que alcancem grande porte.

A Feam (2010) e Nogueira (2015) especificam que os drenos de gases devem ser dispostos a partir de perfurações verticais com cerca de 1,0 metro de diâmetro para realizar a drenagem do biogás, contendo tubos de concreto perfurado, cuja lateral

deve ser preenchida com brita de nº4. Aliás, o *layout* das tubulações deve manter distâncias mínimas de 30 metros em relação as outras.

Em continuidade, em relação as frequências necessárias à mitigação dos critérios: proximidades de corpos de água, proximidades de núcleos populacionais, recobrimento dos resíduos e nivelamento de superfície, obtiveram frequências totais referentes a 12,6%.

Consequente, encontram-se as medidas sugeridas como estratégias, percentual das frequências e necessidade de adequação dentre às áreas do plano amostral: (25.1) instalar postos de monitoramento e realizar análises físico-químicas no corpo hídrico para detectar ou excluir a contaminação (1,7%, 16 áreas), caso seja verificado a contaminação, faz-se necessário a execução das seguintes medidas, (25.2) desviar o fluxo de lixiviado de aterro sanitário (1,7%, 16 áreas), e caso também seja constatada a contaminação das subterrâneas, deve ser prosseguido as respectivas ações (25.3) utilizar técnicas adequadas para controle e remediação (1,7%, 16 áreas), (25.4) instalar lacres em cisternas ou poços de água no entorno da ADDIRSU (1,7%, 16 áreas).

Vale salientar que sete PRADs demonstraram ausência para com a constatação de contaminação dos corpos hídricos, mas trouxeram outros elementos que reforçam fortemente a contaminação, como por exemplo, “resíduos dispostos nas proximidades do Córrego Santa Rita”, “(...) possíveis impactos aos recursos hídricos são as de contaminação do solo por metais pesados e percolação do mesmo e, formação de bolsões de gases”, dentre outras informações listadas no Apêndice A.

Em continuidade, encontram-se as medidas sugeridas como estratégias de adequação do critério proximidades de núcleos populacionais, percentual das frequências e necessidade de execução dentre às áreas do plano amostral: (26.1) impedir e fiscalizar a instalação de moradias permanentes ou temporárias em perímetro menor que 500 metros das ADDIRSU (1,6%, 15 áreas), (26.2) implantar programas de educação ambiental para área de estudo (1,6%, 15 áreas). Conforme Possamai *et al.* (2007), cabe integralmente a gestão municipal fiscalizar o entorno e desabilitar moradias fixadas dentre este perímetro, bem como, a população deve ser conscientizada em relação aos riscos impostos pela sua resistência.

Já em relação ao recobrimento dos resíduos, foram sugeridas à mitigação: (6.1) recobrir resíduo diariamente (0,9%, 8 áreas), (6.2) recomenda-se o recobrimento do maciço de resíduos com camada mínima de 50 cm de argila de boa qualidade, inclusive nos taludes laterais (0,9%, 8 áreas).

A COPAM 118 (DN, 2008) específica que é altamente recomendado o recobrimento diário para faixas populacionais maiores que 3.000 habitantes.

Para a mitigação do critério nivelamento da superfície foi proposto: (11.1) realizar o nivelamento final da superfície em cota superior à do terreno, feito de forma abaulada para evitar o acúmulo de águas de chuva sobre a vala (0,9%, 8 áreas).

Adiante, e não menos importante do ponto de vista ambiental, os critérios presença de catadores, queima de resíduos, afloramento do lixiviado de aterro sanitário, ocorrência de vetores e odores, e presença de aves e animais demandaram as menores frequências de citação somando valores totais de 1,7%.

Para resolução de tais problemas ambientais evidenciados pelos critérios acima, sugeriu-se às seguintes estratégias à readequação, bem como estas encontram-se acompanhadas pela sua frequência percentual e quantidade de áreas que demandam sua implementação: (19.2) aprimorar sistema de controle de acesso com registro de entrada e saída de pessoas (0,3%, 3 áreas), (19.3) retirar os resíduos do local ou realizar a cobertura dos resíduos com terra (0,3%, 3 áreas).

Para queima de resíduos, recomendou-se: (20.1) fiscalizar ocorrências de queima de resíduos (0,2%, 2 áreas). Em uma ADDIRSU, foi evidenciado pontos de afloramento de lixiviado de aterro sanitário, propôs-se (9.1) drenar, armazenar e tratar o lixiviado de aterro sanitário (0,1%, 1 área). Já para diminuição de vetores e odores, foi sugerido: (21.1) retirar os resíduos do local ou realizar a cobertura dos resíduos com terra. (0,1%, 1 área). Destaca-se que, não foi sugerido a implementação de cinturão verde, pois a área em questão atendeu as especificações impostas pelo critério isolamento visual. Para diminuir e erradicar a presença de aves e animais, foi sugerido: (22) impedir a entrada e presença de aves e animais (0,1, 1 área). Pois, as demais soluções disponíveis e listadas no Quadro 17, não foram necessárias pois a área que evidenciou a presença de aves e animais, obteve avaliação adequada para o recobrimento dos resíduos, bem como ao isolamento físico.

Por fim, os critérios acesso à frente de descargas, dimensões da frente de trabalho, recebimento de resíduos industriais, estruturas e procedimentos, obtiveram as melhores avaliações. Para tanto, como todas as áreas constataram a ausência para o recebimento de resíduos industriais, em conformidade com o IQR, não houve a necessidade de preenchimento do critério estrutura e procedimentos.

Dessa forma, não foram necessárias as seguintes medidas expostas no Quadro 16: (3.1) adequar vias de acesso para garantir que a chegada dos resíduos possa contar com as melhores condições de sinalização, operação e monitoramento, (4.1) adequar tamanho das bordas superiores das valas, deixando espaço suficiente para operação e manutenção, (23.1) não aceitar recebimento de resíduos classificados como perigosos, (23.2) fiscalizar e coibir a disposição de resíduos perigos em ADDIRSU.

Destaca-se que, as demandas em relação as medidas foram diminuindo em conformidade com que as avaliações ambientais foram sendo positivas. Foi evidenciado através dos resultados que o valor máximo que uma mesma medida poderia alcançar foi relativo a 3,4%. Salienta-se, por fim que essas propostas de mitigação servirão como uma complementação dos PRADs que se encontram em status de andamento, porém carecem de readequação para se tornarem eficientes.

## 6 CONCLUSÃO

Por meio do diagnóstico foi possível identificar que no estado do Espírito Santo existem 192 ADDIRSU, e que a maioria são respectivas a áreas de “lixão” já desativadas. Entretanto, em algumas áreas observou-se situações consideradas como preocupantes mesmo sendo em menores proporções, tais como a presença de catadores de materiais recicláveis, a utilização por parte das comunidades vizinhas e algumas empresas, e também foi comprovada a existência da captação de água no entorno das ADDIRSU. A partir da avaliação do cumprimento dos TCAs 02/2013 foi destacado que boa parte das áreas já se encontram devidamente identificadas, com cerca, guaritas e cancelas, e já possuem a implementação de sistemas de drenagem de águas superficiais, e sistemas de gases, bem como já proíbem a instalação de moradias temporárias ou permanentes.

Com relação a seleção de aspectos, critérios e medidas mitigadoras, por meio de pesquisa bibliográfica e documental foram definidos como aspectos fundamentais à esta pesquisa: estrutura de apoio, frente de trabalho, taludes e bermas, superfície superior, estrutura de proteção ambiental, outras informações relevantes e característica da área.

Já os critérios de avaliação foram levantados a partir de observações importantes viabilizadas pela Cetesb e também evidenciados no Estágio I da pesquisa, que comprovou a partir dos resultados obtidos a viabilidade dos seguintes critérios: recebimento de resíduos industriais, presença de catadores, vida útil da área, recebimento de resíduos não autorizados, proximidade de corpos de água, presença de portaria, monitoramento e vigilância, drenagem provisória e definitiva de águas pluviais, proximidade das ADDIRSU com núcleos populacionais. Demais critérios e não menos importantes foram selecionados a partir de normas da ABNTs e citação frequente constatada na revisão de literatura, sendo queima de resíduos, drenagem e tratamento do lixiviado de aterro sanitário e drenagem de gases.

As medidas mitigadoras estratégicas foram selecionadas a partir de análise documental (PRADs) e revisão de literatura, tendo sido escolhidas visando primeiramente a facilidade de implementação a curto prazo. Neste sentido, os PRADs destacaram algumas soluções que já estavam sendo executadas como cercas vivas,

reflorestamento com plantas nativas, cercamento com isolamento e portão, guaritas de monitoramento, sistemas de drenagem de águas pluviais, sistemas de drenagem de gases, fiscalização para inibir moradias permanentes ou temporárias, e por fim, estas foram selecionadas e complementadas pela relevância viabilizada dentre as fontes de informação consultadas.

Com relação ao enquadramento das 32 ADDIRSU verificou-se que 25 % (8 áreas) encontram-se em um estado crítico de degradação ambiental, e desta forma, necessitam de um maior tempo para mitigação e regularização ambiental. Contudo, como ponto positivo, 12% (4 áreas) do plano amostral já se encontram aptas à implementação de aterros sanitários sem nenhuma medida prévia de intervenção, pois suas condições ambientais atenderam as especificações dos critérios reguladores à implementação. É sabido que existem municípios capixabas que ainda demandam custos com o transporte dos resíduos sólidos urbanos para disposição final em aterros sanitários mais próximos. Salienta-se que, este resultado pode ser potencializado com a execução das medidas citadas trazendo ainda mais benefícios notórios ao Estado.

Com relação a distribuição dos critérios ambientais e medidas mitigadoras voltadas à área de estudo, foi constatado que apenas o Subtotal 2 (outras informações) do IQR obteve boa avaliação, onde referiu-se aos critérios presença de catadores, queima de resíduos, ocorrência de moscas e odores, presença de aves e animais, recebimento de resíduos não autorizados, recebimento de resíduos industriais e estruturas e procedimentos.

Os critérios portaria, monitoramento e vigilância, compactação dos resíduos, drenagem e tratamento do lixiviado de aterro sanitário, monitoramento das águas subterrâneas e geotécnico, e restrições legais ao uso do solo apresentaram as condições ambientais mais críticas (100% inadequadas) conforme distribuição das frequências dentre o plano amostral de análise (32 ADDIRSU). Desta forma, sugere-se que estes critérios sejam prioritários de forma a potencializar o *status* de regularização, pois as medidas propostas podem ser facilmente implementadas.

De forma equivalente foi verificado que as maiores frequências de citações das medidas mitigadoras estavam intimamente relacionadas com os piores critérios

avaliados, sendo respectivas a 1.1) delimitar a área com cerca de isolamento e portão, 1.2) promover o controle de acesso integral com guaritas, 1.3) registrar de movimentação de cargas e pessoas, 1.4) identificação do local com placas de advertência, 5.1) compactar o resíduo em camadas sobrepostas ou até que a cobertura esteja perfeitamente homogênea e todo o material disposto esteja visualmente adensado, 12.1) realizar a drenagem e o armazenamento do lixiviado do “lixão”, desaguando, por gravidade, na parte mais baixa do modelado topográfico existente, 13.1) tratar o efluente de aterro sanitário com tecnologia adequada, 13.2) retirar a camada de solo contaminada e depositar solo natural na área escavada, dispondo o solo contaminado em área adequada, 13.3) viabilizar uso de tecnologias de tratamento (remediação), 17.1) instalação de poços de monitoramento para realização de análises periódicas físico-químicas, 17.2) utilizar as técnicas adequadas para controle e remediação (após constatação da contaminação), 18.1) acompanhar o comportamento mecânico dos maciços, visando avaliação das suas movimentações e condições gerais de estabilidade, 26.1) restringir o uso de solos contaminados ou com indícios de erosão, 26.2) realizar o isolamento da área contaminada. Este conjunto de soluções propostas é capaz de resolver 48% de todos impactos ambientais apontados dentre as 32 ADDIRSUs.

Conclui-se que as medidas mitigadoras sugeridas neste estudo são viáveis e de fácil execução e implementação por parte dos municípios, contribuindo com a readequação e regularização das ADDIRSUs localizadas no Espírito Santo, e portanto, devem ser integradas aos PRADs que já se encontram em andamento de modo a potencializá-los.

Por fim, recomenda-se aos trabalhos futuros que busquem à validação desta metodologia, a partir da organização de grupos focais, visando a integração de especialistas, e gestores que já possuem conhecimento de tal problemática.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDEL-SHAFY, H. I.; MANSOUR, M. S. M. Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization. **Egyptian journal of petroleum**, 2018.

ABRAHAO, R; CARVALHO, M. Environmental impacts of the red ceramics industry in Northeast Brazil. **Int. J. Emerg. Res. Manag. Technol**, v. 6, p. 310-317, 2017.

AKPEIMEH, G. F.; FLETCHER, L. A.; EVANS, B. E. Exposure to bioaerosols at open dumpsites: A case study of bioaerosols exposure from activities at Olusosun open dumpsite, Lagos Nigeria. **Waste Management**, v. 89, p. 37-47, 2019.

ALBERTE, E. P. V.; CARNEIRO, A. P.; KAN, L. Recuperação de áreas degradadas por disposição de resíduos sólidos urbanos. **Diálogos & Ciência–Revista Eletrônica da Faculdade de Tecnologia e Ciências de Feira de Santana. Ano III**, n. 5, 2005.

ALELUIA, J.; FERRÃO, P. Characterization of urban waste management practices in developing Asian countries: A new analytical framework based on waste characteristics and urban dimension. **Waste Management**, v. 58, p. 415-429, 2016.

ALI, S. M.; PERVAIZ, A.; AFZAL, B.; HAMID, N.; YASMIN, A. Open dumping of municipal solid waste and its hazardous impacts on soil and vegetation diversity at waste dumping sites of Islamabad city. **Journal of King Saud University-Science**, v. 26, n. 1, p. 59-65, 2014.

AMADEO, R. M. **Avaliação da área de disposição final de resíduos sólidos urbanos do município de Uniflor-PR com base no Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR)**. 2015. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

ANNEPU, R. K. Sustainable solid waste management in India, waste-to-energy research and technology council (WTER). **New York: Earth Engineering Centre**, Columbia University, 2012.

ARAÚJO, T. B. **Avaliação de impactos ambientais em um lixão inativo no Município de Itaporanga-PB**. 2015. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitário) – Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018**. 15. ed. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2017.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13896: Fixa condições mínimas exigíveis para projetos, implantação e operação de aterros de resíduos sólidos não perigosos**. 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR. 13.412**: Material suspenso na atmosfera—Determinação da concentração de partículas inaláveis pelo método do amostrador de grande volume acoplado a um separador inercial de partículas. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.896**: Aterros de resíduos não perigosos-critérios para projeto, implantação e operação, Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9.547**: Material particulado em suspensão no ar ambiente – determinação da concentração total pelo método do amostrador de grande volume. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14.000**: Sistema de Gestão Ambiental: especificação e diretrizes para uso, Rio de Janeiro, 2004.

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

ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (Amunes). **TERMO DE COMPROMISSO AMBIENTAL**. 2018. Disponível em: <<http://www.amunes.org.br/>>. Acesso em: 03 jul. 2018.

AYODELE, T. R.; ALAO, M. A.; OGUNJUYIGBE, A. S. O. Recyclable resources from municipal solid waste: assessment of its energy, economic and environmental benefits in Nigeria. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 134, p. 165-173, 2018.

AZEVEDO, P. B.; LEITE, J. C. A.; OLIVEIRA, W. S. N.; SILVA, F. M.; FERREIRA, P. M. L. Diagnóstico da degradação ambiental na área do lixão de Pombal-PB Diagnosis of environmental degradation in the dump Area de Pombal-PB. **Revista Verde (Pombal-PB-Brasil)** v, v. 10, n. 1, p. 20-34, 2015.

BELI, E.; NALDONI, C. E. P.; OLIVEIRA, A. C.; SALES, M.; SIQUEIRA, M.; MEDEIROS, G. A.; REIS, F. A. G. V. Recuperação da área degradada pelo lixão areia branca de Espírito Santo do Pinhal—SP. **Engenharia Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 135-138, 2005.

BETIO, M. M.; SANTOS, M. M. Contaminação das águas subterrâneas por lixões desativados: avaliação da antiga área de disposição final de resíduos sólidos de Rolândia—PR. **Águas Subterrâneas**, 2016.

BIDONE, R. F. **Tratamento de lixiviado de aterro sanitário por um sistema composto por filtros anaeróbios seguidos de banhados construídos: estudo de caso-Central de Resíduos do Recreio, em Minas do Leão/RS**. 2007. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

BINION, E.; GUTBERLET, J. The effects of handling solid waste on the wellbeing of informal and organized recyclers: a review of the literature. **International Journal of Occupational and Environmental Health**, v. 18, n. 1, p. 43-52, 2012.

BOGNER, J et al. Mitigation of global greenhouse gas emissions from waste: conclusions and strategies from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Fourth Assessment Report. Working Group III (Mitigation). **Waste Management & Research**, v. 26, n. 1, p. 11-32, 2008.

BRASIL. **Instrução Normativa NR 04/11 – parágrafo 2º - IBAMA**. Disponível em: <<http://www.ctpconsultoria.com.br/pdf/Instrucao-Normativa-IBAMA-04-de-13-04-2011.pdf>> Acesso em: 27 set. 2019.

BRASIL. Lei no 12.305, de 02 de agosto de 2010b. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 03 ago. 2010. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/legislacao>>. Acesso em: 05 julho de 2018.

BRASIL. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 12 dez. 2011. Disponível em: <[http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/asabesp\\_doctos/PortariaMS291412122011.pdf](http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/asabesp_doctos/PortariaMS291412122011.pdf)>. Acesso em: 24 de abr. 2018.

BRASIL. Resolução Nº 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 30 dez. 2009. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>>. Acesso em: 17 jan. 2019.

BRASIL. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 18 mar. 2005. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 24 de abr. 2018.

BRASIL. Resolução nº 404, de 11 de novembro de 2008. Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 12 nov. 2008. Disponível em: <[http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/res\\_conama\\_404\\_-\\_estabelece\\_criterios\\_e\\_diretrizes\\_para\\_o.pdf](http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/res_conama_404_-_estabelece_criterios_e_diretrizes_para_o.pdf)>. Acesso em: 24 de abr. 2018.

CARVALHO, E. H.; PFEIFFER, S. C. Plano de recuperação para a área degradada pelo lixão de Goianésia (GO). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <<http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IscScript=iah/iah.xis&src=go>>

ogle&base=REPIDISCA&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=35431&indexSearch=ID>. Acesso em: 02 out. 2019.

CHAI, X.; TONJES, D. J.; MAHAJAN, D. Methane emissions as energy reservoir: context, scope, causes and mitigation strategies. **Progress in Energy and Combustion Science**, v. 56, p. 33-70, 2016.

CHEN, S.; JIN, H. Pricing for the clean air: Evidence from Chinese housing market. **Journal of Cleaner Production**, v. 206, p. 297-306, 2019.

CHOKHANDRE, P.; SINGH, S.; KASHYAP, G. C. Prevalence, predictors and economic burden of morbidities among waste-pickers of Mumbai, India: a cross-sectional study. **Journal of Occupational Medicine and Toxicology**, v. 12, n. 1, p. 30, 2017.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Companhia Técnica de Saneamento Ambiental. Procedimentos para Implantação de Aterro Sanitário em Valas**. S.P. 21. ed. São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br>>. Acesso: 02 de junho. de 2019.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**, ed. 3, São Paulo, 2010. 10 v.

CONTE, M.; CAGNAZZO, V.; DONATEO, A.; CESARI, D.; GRASSO, F. M.; CONTINI, D. A Case Study of Municipal Solid Waste Landfills Impact on Air Pollution in South Areas of Italy. **The Open Atmospheric Science Journal**, v. 12, n. 1, 2018.

COSTA, A. M.; ALFAIA, R. G. S. M.; CAMPOS, J. C. Landfill leachate treatment in Brazil—An overview. **Journal of Environmental Management**, v. 232, p. 110-116, 2019.

CRUVINEL, V. R. N.; MARQUES, C. P.; CARDOSO, V; CARVALHO, M. R.; NOVAES, G; ARAÚJO, W. N.; ANUGULO-TUESTA, A.; ESCALDA, P. M. F; GALATO, D.; BRITO, P.; SILVA, E. N. Health conditions and occupational risks in a novel group: waste pickers in the largest open garbage dump in Latin America. **BMC Public Health**, v. 19, n. 1, p. 581, 2019.

CUNHA, V. **Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: estruturação e aplicação de modelo não-linear de programação por metas**. 2004. 237f. Tese de Doutorado (Especialização em econômica aplicada) – Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, Universidade Federal de São Paulo, Piracicaba. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/gp/v9n2/a04v09n2>>. Acesso em: 15 de jul.de 2018.

DAS, S; LEE, S. H; KUMAR, P; KIM, K. H; LEE, S. S; BHATTACHARYA, S, S. Solid waste management: Scope and the challenge of sustainability. **Journal of Cleaner Production**, v. 228, p. 658-678, 2019.

DASGUPTA, B.; YADAV, V. L.; MONDAL, M. K. Seasonal characterization and present status of municipal solid waste (MSW) management in Varanasi, India. **Advances in Environmental Research**, v. 2, n. 1, p. 51-60, 2013.

DAVID U. HOOPER.; E. CAROL A.; BRADLEY J.; CARDINAL E., JARRETT E. K.; BYRNE S.; BRUCE A. H.; KRISTIN L.; MATULICH, A. G.; EMMETT D.; LARS G.; MARY I. O'Connor A global synthesis reveals biodiversity loss as a major driver of ecosystem change. **Nature**, vol. 486, p. 105–108, 2012.

DAVILA, C. **Ocupação antrópica irregular de um espaço urbano a partir de uma Área de Preservação Permanente-APP**. 2012. 21f. Monografia (Especialização em análise ambiental) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

DIAS, V. C. F. **Estudo das emissões de biogás nos aterros sanitários de Içara e Tijuquinhas**. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

DUBEY, A.; CHAKRABARTI, M.; PANDIT, D. Landfill mining as a remediation technique for open dumpsites in India. **Procedia Environmental Sciences**, v. 35, p. 319-327, 2015.

ESPÍRITO SANTO (Estado). Lei nº 9.264, de 15 de julho de 2009. **Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências correlatas**. **Diário Oficial [do] Estado do Espírito Santo, Vitória**, v. 16, p. 1-11, 2009.

ESPÍRITO SANTO (Estado). **Termo de Referência para elaboração de Plano de Recuperação de Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – PRAD-RSU**. Vitória, 2013. Disponível em: <meioambiente.es.gov.br>. Acesso em: 03 out. 2019.

FARIA, F. S. **Índice da Qualidade de Aterros de Resíduos Urbanos - IQA**. 2002. 312 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

FERNANDES, L. A; GOMES, J. M. M. Relatórios de pesquisa nas ciências sociais: características e modalidades de investigação. **Contexto**, v. 3, n. 4, 2003.

FONTELLES, M. J.; SIMÕES, M. G.; FARIAS, S. H.; FONTELLES, R. G, S. Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa. **Revista Paraense de Medicina**, v. 23, n. 3, p. 1-8, 2009.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Fundação Israel Pinheiro. 2008. **Áreas Contaminadas Por Resíduos Sólidos**. Disponível em: <[http://www.feam.br/images/stories/2016/AREAS\\_CONTAMINADAS/INVENT%C3%81RIO\\_2016.pdf](http://www.feam.br/images/stories/2016/AREAS_CONTAMINADAS/INVENT%C3%81RIO_2016.pdf)>. Acesso em: 03 jul. 2018.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Fundação Israel Pinheiro. 2010. **Áreas Contaminadas Por Resíduos Sólidos**. Disponível em: <[http://www.feam.br/images/stories/2016/AREAS\\_CONTAMINADAS/INVENT%C3%81RIO\\_2016.pdf](http://www.feam.br/images/stories/2016/AREAS_CONTAMINADAS/INVENT%C3%81RIO_2016.pdf)>. Acesso em: 03 jul. 2018.

GALDINO, S. J.; MARTINS, C. H.; SILVA, E. S. Avaliação de um aterro controlado de resíduos sólidos urbanos através do método de IQR-VALAS. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 11, n. 9, 2015.

GAMA, R.; ROCHA, I. L. Aplicação do Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR) em área de disposição de resíduos sólidos urbanos do município de Riacho Frio–PI. **Cadernos Cajuína**, v. 1, n. 3, p. 36-43, 2016.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 3. ed. São Paulo: **Atlas**, 1991.

GOMES, L. P.; MARTINS, F. B. **Projeto, implantação e operação de aterros sustentáveis de resíduos sólidos urbanos para municípios de pequeno porte**. In: Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sustentável para municípios de pequeno porte. CASTILHOS JR, A. B. (Coordenador). Rio de Janeiro: ABES, RIMA, 2003. p.51-105.

GONÇALVES, C. V.; MALAFAIA, G.; DA SILVA CASTRO, A. L.; DA VEIGA, B. G. A. A vida no lixo: um estudo de caso sobre os catadores de materiais recicláveis no município de Ipameri, GO/Life in the trash: a case study on recyclable materials in Ipameri, GO. **HOLOS**, v. 29, n. 2, p. 238, 2013.

GONÇALVES, C.; PINHEIRO, P. A.; PINHEIRO, N. C. A. Análise da implantação do processo de gestão de Resíduos Sólidos Urbanos em Paço do Lumiar (MA tendo como referencial a Política Nacional de Resíduos Sólidos do Brasil. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 2, p. 47-78, 2019.

GÜNTHER, W. M. R. Áreas contaminadas no contexto da gestão urbana. **São Paulo em Perspectiva**, v. 20, n. 2, p. 105-117, 2006.

GUTBERLET, J.; TREMBLAY, C.; TAYLOR, E.; DIVAKARANNAIR, N. Who are our informal recyclers? An inquiry to uncover crisis and potential in Victoria, Canada. **Local Environment**, v. 14, n. 8, p. 733-747, 2009.

HARTMANN, C. Waste picker livelihoods and inclusive neoliberal municipal solid waste management policies: The case of the La Chureca garbage dump site in Managua, Nicaragua. **Waste Management**, v. 71, p. 565-577, 2018.

HOORNWEG, D.; BHADA-TATA, P. **What a waste: a global review of solid waste management**. World Bank, Washington, DC, 2012.

IBAMA. **INSTRUÇÃO NORMATIVA IBAMA Nº 04, DE 13-04-2011**. 2011. Disponível em: <<http://www.ctpconsultoria.com.br/pdf/Instrucao-Normativa-IBAMA-04-de-13-04-2011.pdf>>. Acesso em: 03 jul. 2018.

INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE (IEE/USP). PNRs: Implementação e Monitoramento de Resíduos Urbanos. 2017. Disponível em: <<http://www.wp.bvrio.org/wpcontent/uploads/2017/06/Politica-Nacional-de-Residuos-Solidos>>. Acesso em: 11 abr. 2018.

JAIN, R. **Environmental impact of mining and mineral processing: management, monitoring, and auditing strategies**. Butterworth-Heinemann, 2015.

JOSEPH, K.; NAGENDRAN, R.; PALANIVELU, K.; THANASEKARAN, K.; VISVANATHAN, C. **Dumpsite Rehabilitation and Landfill Mining**, CES, Anna University, Chennai-600 025, India, 2004.

JUCÁ, J. F. T. Disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOTÉCNIA AMBIENTAL-REGEO, 5., 2003, Porto Alegre. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Jose\\_Fernando\\_Juca/publication/260084357\\_REGEO2003JucaGRSUFPE/links/0deec52f6b45d7aed2000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jose_Fernando_Juca/publication/260084357_REGEO2003JucaGRSUFPE/links/0deec52f6b45d7aed2000000.pdf)>. Acesso em: 02 out.2019.

JÚNIOR, M. D.; ESTANISLAU, W. T. Grau de compactação e retenção de água de Latossolos submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 1, p. 45-51, 1999.

KAWAI, K.; TASAKI, T. Revisiting estimates of municipal solid waste generation per capita and their reliability. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 18, n. 1, p. 1-13, 2016.

KAYODE, O. T.; OKAGBUE, H. I.; ACHUKA, J. A. Water quality assessment for groundwater around a municipal waste dumpsite. **Data in Brief**, v. 17, p. 579-587, 2018.

KHALIL, C.; AI HAGEH, C.; KORFALI, S.; KHNAYZER, R. S. Municipal leachates health risks: chemical and cytotoxicity assessment from regulated and unregulated municipal dumpsites in Lebanon. **Chemosphere**, v. 208, p. 1-13, 2018.

KHARAT, M. G.; MURTHY, S.; KAMBLE, S. J.; RAUT, R. D.; KAMBLE, S. S.; KHARAT, M. G. Fuzzy multi-criteria decision analysis for environmentally conscious solid waste treatment and disposal technology selection. **Technology in Society**, v. 57, p. 20-29, 2018.

KOLEKAR, K. A.; HAZRA, T.; CHAKRABARTY, S. N. Prediction of municipal solid waste generation for developing countries in temporal scale: A fuzzy inference system approach. **Global Nest Journal**, v. 19, n. 3, p. 511-520, 2017.

KUMAR, A.; SAMADDER, S. R. A review on technological options of waste to energy for effective management of municipal solid waste. **Waste Management**, v. 69, p. 407-422, 2017.

KUMAR, S.; SMITH, S. R.; FOWLER, G.; VELIS, C.; KUMAR, S. J.; ARYA, S.; CHEESEMAN, C. Challenges and opportunities associated with waste management in India. **Royal Society Open Science**, v. 4, n. 3, p. 160764, 2017.

LANGE, A. E.; NIELSEN, R. L., TEPLY I.I.I.; KENT, A.J. A petrogênese de basaltos plagioclásicos-fíricos em cordilheiras do meio do oceano. **Geoquímica, Geofísica, Geossistemas**, v. 14, n. 8, p. 3282-3296, 2013.

LANZA, V. C. V.; CARVALHO, A. L. Orientações básicas para a operação de aterro sanitário. LANZA, Vera Cristina Vaz; CARVALHO, AL de. Orientações básicas para a operação de aterro sanitário. **Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM)**, Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

LAW, H. J.; ROSS, D. E. International Solid Waste Association's "closing dumpsites" initiative: status of progress. **Waste Management & Research**. v.37, n 6, p.565-568, 2019.

LEITE, V. D.; LOPES, W. S. Avaliação dos aspectos sociais, econômicos e ambientais causados pelo lixo da cidade de Campina Grande. IX **Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Anais, CD-ROM IV. Porto Seguro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000.

LEME, M.M.V.; ROCHA, M.H.; LORA, E.E.S.; VENTURINI, O.J.; LOPES, B.M.; FERREIRA, C.H. Techno-economic analysis and environmental impact assessment of energy recovery from Municipal Solid Waste (MSW) in Brazil. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 87, p. 8-20, 2014.

LESSA, A. C. V. **Caracterização Do Chorume Do Centro De Gerenciamento De Resíduos De Sergipe**. 2017. 38 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnólogo em Saneamento Ambiental, Instituto Federal de Sergipe, Aracajú, 2017.

LI, X.; ZHANG, C.; LI, Y.; ZHI, Q. The status of municipal solid waste incineration (MSWI) in China and its clean development. **Energy Procedia**, v. 104, p. 498-503, 2016.

LIMA, P. D. M.; COLVERO, D. A.; GOMES, A. P.; WENZEL, H.; SCHALCH, V.; CIMPAN, C. Environmental assessment of existing and alternative options for management of municipal solid waste in Brazil. **Waste Management**, v. 78, p. 857-870, 2018.

LIU, Y.; LU, W.; GUO, H.; MING, Z.; WANG, C.; XU, S.; WANG, H. Aromatic compound emissions from municipal solid waste landfill: Emission factors and their impact on air pollution. **Atmospheric Environment**, v. 139, p. 205-213, 2016.

LOAN, L.T.T.; TAKAHASHI, Y.; NOMURA, H.; YABE, M. Modeling home composting behavior toward sustainable municipal organic waste management at the source in developing countries. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 140, p. 65-71, 2019.

LOPES, W. S.; LEITE, V. D.; PRASAD, S. Avaliação dos impactos ambientais causados por lixões: um estudo de caso. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 27., 2013. Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABES, 2013.

MARCON, M. A. **Legislação ambiental aplicada às Áreas de Preservação Permanente (APP) no Litoral Norte do RS: estudo de caso das Lagoas Costeiras do Município de Cidreira**. 2016. 46f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas com ênfase em Gestão Ambiental Marinha e Costeira) – Curso de graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Imbé.

MARINHO, R. C.; OLIVEIRA, R. I. M. S. Avaliação da Qualidade do Aterro Sanitário de Palmas-To, Utilizando a Ferramenta Índice da Qualidade de Aterros de Resíduos-Iqa. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 1, n. 5, 2013.

MINAS GERAIS (Estado). **Deliberação Normativa COPAM nº118, 27 de junho de 2008**. Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=7976>>. Acesso em: 03 jul. 2018.

MINATTO, D. M. **Caracterização de Áreas Degradadas pela Disposição Irregular de Resíduos Sólidos Urbanos**. 2015. 93f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) – Curso de graduação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. ICMBIO. **Guia de orientação: manejo de espécies exóticas invasoras**. Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/guia\\_de\\_orientacao\\_manejo\\_especies\\_exoticas\\_invasoras\\_ucs\\_2018.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/guia_de_orientacao_manejo_especies_exoticas_invasoras_ucs_2018.pdf)>. Acesso em: 16 set. 2019

MIRANDA, M. C. A.; SIMAN, R. R.; ESTEVAM, R.; DUTRA, R. M. S.; CALIXTO, L. M. Análise quali-quantitativa de riscos ocupacionais nas organizações de catadores de materiais recicláveis - Espírito Santo: uma evolução implementada pela PNRS. In: Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – SIBESA, 14. 2018, Foz do Iguaçu, **Anais...** Paraná: 2018.

MÖNKÄRE, T.; PALMROTH, M. R.; SORMUNEN, K.; RINTALA, J. Scaling up the treatment of the fine fraction from landfill mining: Mass balance and cost structure. **Waste Management**, v.87, p. 464-471, 2019.

MORAIS, J. L. **Estudo da Potencialidade de Processos Oxidativos Avançados, Isolados e Integrados com Processos Biológicos Tradicionais, para Tratamento de Lixiviado de aterro sanitário de Aterro Sanitário**. 2005. 229 f. Tese (Doutorado em Química) – Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MOU, Z.; SCHEUTZ, C.; KJELDSEN, P. Evaluating the biochemical methane potential (BMP) of low-organic waste at Danish landfills. **Waste Management**, v. 34, n. 11, p. 2251-2259, 2014.

NASCIMENTO, W. M.; KNISS, C.T. Remediação dos Resíduos Sólidos Domiciliares para Recuperação de Área Degradada em Unidade de Conservação no Município de Itapeberica da Serra - SP. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 5., 2016, São Paulo. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <<https://singep.org.br/5singep/resultado/448.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2019.

NATIONAL BUREAU OF STATISTICS OF CHINA. China Statistical Yearbook. Statistics Press, Beijing, China, 2015.

NICOLEITE, E; OVERBECK, G. E; MÜLLER, S. C. Degradation by coal mining should be priority in restoration planning. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 15, n. 3, p. 202-205, 2017.

NOGUEIRA, I. A. **Recuperação De Lixões: Proposta De Metodologia De Apoio À Tomada De Decisão**. 2015. 102 f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Faculdade de Engenharia da UFJF, Juiz de Fora.

OLIVEIRA, B. O. S. D.; TUCCI, C. A. F.; JÚNIOR, A. F. N.; SANTOS, A. D. A. Avaliação dos solos e das águas nas áreas de influência de disposição de resíduos sólidos urbanos de Humaitá, Amazonas. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 3, p. 593-601, 2016.

OLIVEIRA, D. L. **Plantas Nativas do Cerrado uma Alternativa para Fitorremediação**. 2009. Disponível em: <<http://revistas.pucgoias.edu.br/index.php/estudos/article/viewFile/670/824>>. Acesso em: 5 de junho de 2019.

PANEPINTO, D.; BLENGINI, G. A.; GENON, G. Economic and environmental comparison between two scenarios of waste management: MBT vs thermal treatment. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 97, p. 16-23, 2015.

PINTO, L. V. A.; SILVA, S.; RESENDE, L.; OLIVEIRA, T. Seleção de espécies para recuperação de áreas de lixão. In: **Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Bauru. 2010.

PORTO, M. F. S.; JUNCÁ, D.C.M.; GONÇALVES, R.S; FILHOTE, M.I.F. Lixo, trabalho e saúde: um estudo de caso com catadores em um aterro metropolitano no Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 6, p. 1503-1514, 2004.

POSSAMAI, F. P.; VIANA, E., SCHULZ, H. E.; COSTA, M. M. D., CASAGRANDE, E. Lixões inativos na região carbonífera de Santa Catarina: análise dos riscos à saúde pública e ao meio ambiente. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, p. 171-179, 2007.

RAMOS, N. F. **Proposição De Metodologia Para Apoio À Decisão Para A Recuperação De Área Degradada Por Disposição Irregular De Resíduos Sólidos Urbanos**. 2016. 247 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

RATHI, S. Alternative approaches for better municipal solid waste management in Mumbai, India. **Waste Management**, v. 26, n. 10, p. 1192-1200, 2006.

REALE, R.; RIBAS, L. C.; BORSATO, R.; MAGRO, T. C.; VOIGTLANDER, M. The life certification methodology as a diagnostic tool of the environmental management system of the automotive industry. **Environmental Science & Policy**, v. 57, p. 101-111, 2016.

REINERT, D. J; REICHERT, J. M. Propriedades físicas do solo. **Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria**, 2006.

RESENDE, L. A.; PINTO, L. V. A. Emergência e desenvolvimento de espécies nativas em área degradada por disposição de resíduos sólidos urbanos. **Revista Agrogeoambiental**, v. 5, n. 1, 2013.

ROMEIRO, C. E.; SOUZA, C. E. Discussões sobre a Recuperação de Áreas Degradadas por Resíduos Sólidos Urbanos. I **Simpósio Mineiro de Geografia**, Alfenas, p. 1-17, 2014.

RONG, L.; ZHANG, C.; JIN, D.; DAI, Z. Assessment of the potential utilization of municipal solid waste from a closed irregular landfill. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 413-419, 2017.

SALVIANO, T. H. **Projeto informacional de um mecanismo para ajustar automaticamente a bitola das esteiras de um trator**. 2016. 49 f. Tese (Doutorado) – Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-Ceará.

SANCHEZ, L. A. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina do Textos, p. 495, 2008.

SANTOS, A. L. F.; HARAGUCHI, M. T.; LEITÃO, G. C. Índice de qualidade de aterro de resíduos (IQR) como subsídio para avaliar o sistema de disposição final do município de Anápolis-GO. **Scientia Plena**, v. 8, n. 10, 2013.

SCARLAT, N.; MOTOLA, V.; DALLEMAND, J.; MONFORTI-FERRARIO, F.; MOFOR, L. Evaluation of energy potential of municipal solid waste from African urban areas. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 50, p. 1269-1286, 2015.

SCHMITT, J. M. P.; ESTEVES, A. B. S. As Condições de Trabalho dos Catadores de Materiais Recicláveis do Lixão na Capital do Brasil. In: **Second International Conference of Young Urban Researchers**. 2011.

SERRA, J. C. V.; ANDRADE, A. B. Aplicação de uma ferramenta de gestão ambiental de qualidade de aterros de resíduos sólidos urbanos. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 7, n. 2, p. 45-56, 2014.

SETTA, B. R. S. Análise preliminar da degradação ambiental na área do lixão do município de Volta Redonda-RJ. **Anais do 5º Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade**, 2016.

SHARMA, B. K.; CHANDEL, M. K. Life cycle assessment of potential municipal solid waste management strategies for Mumbai, India. **Waste Management & Research**, v. 35, n. 1, p. 79-91, 2017.

SILVA, L. C.; SANTOS, C. V.; SOUZA, F. V.; SIDRIM, L. L. PROPOSTA DE PLANO DE RECUPERAÇÃO DE APP DEGRADADA DO IGARAPÉ PAU-CHEIROSO. In: **FORUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS-ANAIS**. 9., 2018, Porto Alegre. Anais eletrônicos. Disponível em: < file:///C:/Users/User/Downloads/793-Texto%20do%20artigo-347211020180626%20(1).pdf > Acesso em: 02 out.2019.

SILVA, R.; AMORIM, M. F.; COSTA, T. G. A.; ROCHA, I. L. Aplicação do Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR) em área de disposição de resíduos sólidos urbanos do município de Riacho Frio–PI. **Cadernos Cajuína**, v. 1, n. 3, p. 36-43, 2016.

SOARES, I. A.; FLORES, A. C.; MENDONÇA, M. M.; BARONI, S. Fungos na biorremediação de áreas degradadas. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 78, n. 2, p. 341-350, 2011.

SRIDEVI, V.; MODI, M. V. V.; CH, M.; LAKSHMI, A. A review on integrated solid waste management. **International Journal of Engineering Science & Advanced Technology**, v. 2, n.5, p. 1491-1499, 2012.

SRIVASTAVA, R; KRISHNA, V; SONKAR, I. Characterization and management of municipal solid waste: a case study of Varanasi city, India. **International Journal of Current Research and Academic Review**, v. 2, n. 8, p. 10-16, 2014.

SUBRAMANIAN, N; RAMANATHAN, R. A review of applications of Analytic Hierarchy Process in operations management. **International Journal of Production Economics**, v. 138, n. 2, p. 215-241, 2012.

THOMÉ, A.; REGINATTO, C.; VANZETTO, G.; BRAUN, A. B. Remediation Technologies Applied in Polluted Soils: New Perspectives in This Field. In: **The International Congress on Environmental Geotechnics**. Springer, Singapore, 2018. p. 186-203.

VALE. **Sítios arqueológicos o que são?** 2017. Disponível em: <<http://www.vale.com/brasil/PT/initiatives/environmental-social/sitios-arqueologicos/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 02 out. 2019.

VARGAS, R. Utilizando a Programação Multicritério (AHP) para Selecionar e Priorizar Projetos na Gestão de Portfólio. In: **PMI GLOBAL CONGRESS**. 2010.

VELIS, C. A.; WILSON, D. C.; ROCCA, O.; SMITH, S. R.; AVROPOULOS, A.; CHEESEMAN, C. R. An analytical framework and tool ('InteRa') for integrating the informal recycling sector in waste and resource management systems in developing countries. **Waste Management & Research**, v.30, n. 9, p. 43-66, 2012

VILHENA, A. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 3. ed. São Paulo: CEMPRE, 2010.

YE, J.; CHEN, X.; CHEN, C.; BATE, B. Emerging sustainable technologies for remediation of soils and groundwater in a municipal solid waste landfill site--A review. **Chemosphere**, v. 227, p. 681-702, 2019.

YILMAZ, İ. H; ABDULVAHITOĞLU, A. Evaluation of municipal solid waste options in Turkey: Scenarios for energy recovery, carbon mitigation and consequent financial strategies. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 147, p. 95-110, 2019.

## APÊNDICE A – ANÁLISE DOCUMENTAL DOS PRADS

Quadro 20: Aspectos ambientais levantados dentre as ADDRSU constantes no PRADs (continua)

MUNICÍPIO	QUANTIDADE DE ADDRS	SITUAÇÃO DO USO	PERÍODO DE UTILIZAÇÃO	TIPOLOGIA DE RESÍDUO DISPOSTO	DIMENSÕES	ISOLAMENTO	CENTURÃO VERDE	IDENTIFICAÇÃO	PRESENÇA DE URUBUS	DISTÂNCIA DOS CENTROS URBANOS	RESIDÊNCIAS PRÓXIMAS
DORES DO RIO PRETO	2	A) Desativada e B) Ativa	A) de fevereiro de 2001 a junho de 2003. Desativada à 12 anos. B) de julho de 2003 até a presente data (12 anos)	RSU (residencial, comercial, público, de fontes especiais (RSS))	-	Área em uso: "porteira com corrente e cadeado, portão trancado e toda área cercada"	-	-	-	A) Área Desativada - 1,5 km da sede B) Área Ativa - 3,5 km da sede	A) Área Desativada - "nos últimos 5 anos foram construídas diversas residências em torno da Área". B) Área Ativa - "Existindo algumas residências no perímetro de 1.000 metros."
GOVERNADOR LINDENBERG	1 (Aterro Sanitário)	Desativada	Aprox. 15 anos	RSU - orgânicos, sanitários, embalagens de papel, metal, vidro, plástico, isopor, pilhas, eletrônicos, baterias, fraldas, etc.	<b>20.730 m<sup>2</sup> intervindos, mas a área total é de 90.000m<sup>2</sup></b>	Seu entorno é constituído de plantio de eucalipto. Tem portões e guaritas	Segundo processo do IEMA, a área foi isolada, com portão, cerca de arame e guarita.	Possui Placas	Sim	2,10 km da sede	-
IBATIBA	1 (Aterro Controlado)	Ativa	11 anos	RSU	11.500 m <sup>2</sup>	sim (Portão de entrada)	-	-	Sim	2 Km da sede	-
IBITIRAMA	2	Desativadas (Fase de recuperação)	A) São Francisco: B) Santa Marta: 1998 - 2007	RSU	A) São Francisco: Total 10.000m <sup>2</sup> e 6.000m <sup>2</sup> usados. B) Santa Marta: Total 10.000m <sup>2</sup> e 1.000m <sup>2</sup> de "lixão"	Sim	-	sim (Placas)	-	A) São Francisco: 6 km da sede municipal. B) Santa Marta	A) São Francisco: agrovila a 500m e B) Santa Marta: Residências a 200m (3 casas) e 500m.
JAGUARÉ	2	A) Área 1: Desativada (fase de regeneração natural) e B) Área 2: Realiza apenas disposição de RCC inerte e transbordo de RSU.	média de 20 anos.	RSU (poda, domiciliares e RCC (inerte))	-	Sim	-	sim (Placas)	Não	Aprox. 3,6 Km.	Não

Quadro 20: Aspectos ambientais levantados dentre as ADDIRSU constantes no PRADs (continuação)

MUNICÍPIO	QUANTIDADE DE ADDIRS	SITUAÇÃO DO USO	PERÍODO DE UTILIZAÇÃO	TIPOLOGIA DE RESÍDUO DISPOSTO	DIMENSÕES	ISOLAMENTO	CENTURÃO VERDE	IDENTIFICAÇÃO	PRESENÇA DE URUBUS	DISTÂNCIA DOS CENTROS URBANOS	RESIDÊNCIAS PRÓXIMAS
JERÔNIMO MONTEIRO	5	Desativadas	4 anos (+/- 6 meses cada)	RSU (domiciliar, poda e galhada)	A) Área 1: 2.624,80 m <sup>2</sup> , B) Área 2: 5.621m <sup>2</sup> , C) Área 3: 2.963m <sup>2</sup> , D) Área 4: 2.736,88m <sup>2</sup> , E) Área 5: 5.347m <sup>2</sup>	Sim (cercas)	-	-	Não	-	Sim
LARANJA DA TERRA	1	Desativada	De 1997 a 2016.	RSU (incluindo lâmpadas e eletroeletrônicos) + RCC + RST	área de 3,33ha	Sim	-	sim (Placas)	-	10km da sede.	Sim
MANTENÓPOLIS	7	Desativadas	2004 a 2014.	RSU - Domiciliar, comercial, limpeza urbana.	Área 1: 0,0791 ha. Área 2: 0,0298 ha. Área 3: 1,462 ha. Área 4: não tem. Área 5: 0,204 ha. Área 6: 0,0526 ha. Área 7: 0,171 ha.	Sim	-	sim (Placas)	-	Área 1: 1 km; Área 2: 3,3 km. Área 3: 550m. Área 4: 800m. Área 5: 1,2 km. Área 6: 500 m. Área 7: 500m.	-
MARATAÍZES	1	Desativada	2001 a 2014	Resíduos domésticos, de varrição de rua, oriundos de podas e jardinagem, de construções, resíduos de serviços de saúde, de oficinas mecânicas e outros estabelecimentos comerciais e de serviços, produtos da atividade de limpa fossa, dentre outros.	292 x 103 m - 16 valas de 3,0x3,0x30,0 m (inicialmente) pg7 e 2 caixas estacionárias de 30m2 (quando funcionou como transbordo)	Não	Não	Não a placa foi destruída	Sim	2720m	As residências mais próximas ficam a 460 m.

Quadro 20: Aspectos ambientais levantados dentre as ADDIRSU constantes no PRADs (conclusão)

MUNICÍPIO	QUANTIDADE DE ADDIRS	SITUAÇÃO DO USO	PERÍODO DE UTILIZAÇÃO	TIPOLOGIA DE RESÍDUO DISPOSTO	DIMENSÕES	ISOLAMENTO	CENTURÃO VERDE	IDENTIFICAÇÃO	PRESEÇA DE URUBUS	DISTÂNCIA DOS CENTROS URBANOS	RESIDÊNCIAS PRÓXIMAS
MARECHAL FLORIANO	1	Desativada	16 de maio de 1990 até 16 de abril de 1999 (RSU). Para RCC e Poda foi até abril de 2013.	RSU, Poda e RCC.	Na escritura de domínio público a área obtém um total de <b>60.609 m<sup>2</sup></b> , ou seja 6,0609 ha. Mas área utilizada é de aproximados <b>1,4ha.</b>	-	-	-	-	12,5 km de Marechal Floriano.	Sim
MIMOSO DO SUL	2	Desativada	-	RSU	<b>Conceição de Muqui:</b> 0,04 ha; <b>Santo Antônio do Muqui:</b> 0,04 ha.	Sim	-	sim (Placas)	Não	-	-
PANCAS	1	-	-	-	Área de 27,532 ha.	-	-	-	-	-	Sim
RIO NOVO DO SUL	1	Desativada	1990 até 2013	RSU (recicláveis, doméstico, RSS e outros materiais perigosos)	1,54ha	-	-	-	-	-	Sim
SANTA MARIA DO JETIBÁ	1	Desativada	1992 - 2006	RSU (domésticos e limpeza urbana), RSS, RCC	-	Sim	-	sim (Placas)	-	4 km	Sim
SÃO ROQUE DO CANAÃ	2	Desativadas	<b>São Bento:</b> 1993 - 1999; <b>Córrego Seco:</b> 1999 - 2006.	<b>São Bento:</b> RSU (Classe IIB) e RCC. <b>Córrego Seco:</b> RSU (classe IIB).	<b>São Bento:</b> 1992 m <sup>2</sup> . <b>Córrego Seco:</b> 3157,2 m <sup>2</sup> .	<b>São Bento:</b> Sim (Portão com cadeado). <b>Córrego Seco:</b> cercada, porém não tem guaritas ou portões.	-	sim (Placas)	Não	<b>São Bento:</b> Aprox. 2,8 km; <b>Córrego Seco:</b> 6 km da sede municipal.	Não dentro de um raio de 100m em ambas as áreas.
VENDA NOVA DO IMIGRANTE	4	Desativadas	<b>A) Rodovia Pedro Cola:</b> 1989 até 1991; <b>B) Pindobas:</b> 1991 até 1992; <b>C) São José do Alto Viçosa:</b> 1992 até 2004 ; <b>D) São José do Alto Viçosa 2:</b> área não utilizada para disposição de resíduos, segundo o município.	RSU	-	<b>A) Rodovia Pedro Cola:</b> Não. <b>B) Pindobas:</b> sim. <b>C) São José do Alto Viçosa:</b> Sim.	-	sim (Placas)	Não	-	Sim

Fonte: Autoria própria.

Quadro 21: Levantamento de aspectos ambientais referentes ao meio físico e biótico das ADDRSU constantes nos PRADs (continua)

MUNICÍPIO	HIDROLOGIA	GEOLOGIA	GEOMORFOLOGIA	PEDOLOGIA	CLIMATOLOGIA	REGIME PLUVIOMÉTRICO	PERMEABILIDADE DO SOLO	NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO	FLORA	FAUNA	APP
<b>DORES DO RIO PRETO</b>	A) Desativada: No perímetro de 1.000 metros há o encontro de vários córregos e presença várias nascentes (perenes e intermitentes). B) Ativa: As moradias no entorno da área em uso são abastecidas por nascentes e poços artesianos. O entorno da área em uso é cortado, no perímetro de 1.000, por 2 córregos.	–	A) Área Desativada: Se encontra em uma meia encosta de um morro (declividade 30%), sendo que a diferença de nível da base do morro até o local contaminado é de 35 metros. B) Área Ativa: encontra-se no topo de um morro com elevação de 42 metros acima de sua base, com superfície plana.	No município é verificado um acelerado processo de erosão dos solos. Nesse local os solos são bem argilosos sendo assim de baixa porosidade o que dificulta a infiltração de água e possível lixiviado de aterro sanitário proveniente do resíduo sólido acumulado no local.	Temperatura média anual varia de 12 a 28 °C	Apresentando variação de 1.300 mm a 1.900 mm de precipitação anual. Deficiências hídricas são da ordem de 50 mm a 100 mm, assim como os excedentes hídricos, podem ser de 100 mm a 200 mm.	Como descrito na parte de pedologia, o solo é pouco poroso, logo apresenta baixa permeabilidade.	o lençol freático é encontrado tanto nas camadas superficiais quanto nas profundas e a água é abundante até durante as secas.	Em ambas as áreas há fragmentações da mata atlântica. A diversidade vegetal é baixa e está localizada em pontos diversos, havendo um domínio em termos de representantes das espécies arbóreas de Embaúbas (Cecropia pachystachya), Jacarés (Piptadenia gonoacantha), Quaresmeiras Cogn. (Tibouchina granulosa), Ipês (Tabebuia), Palmitos (Euterpe edulis) e Jequitibás (Cariniana legalis).	Há várias espécies de animais, tais como cobras, tatus, jacus, ouriços caixeiros, gambás, entre diversos outros animais de menor porte, além de uma grande diversidade de passarinhos.	Ambas as áreas apresentam áreas de fragmentação da mata atlântica e pontos em processo de reposição vegetal.
<b>GOVERNADOR LINDENBERG</b>	O córrego 15 de novembro está a cerca de 500m da área. Não há presença de recurso hídrico no local.	Área de rochas magmáticas e metamórficas.	Encontra-se em topo de morro.	Solos predominantes latossolo vermelho-amarelo, com textura argilosa. Solo em horizonte B.	Temperatura de 23 a 25 °C. Ventos entre 10 e 30 m/s.	Precipitações anuais entre 1000 e 1300 mm/a. Mas pode até 1.500 mm/a.	–	108m abaixo do fundo das valas.	Gramínea (B. BRIZANTHA - exótica invasora), herbácea e eucaliptos.	Poucos pássaros como quero-queros, urubus, canários da terra, entre outros.	APP mais próximas estão a aproximadamente 500m de distância, como é o caso do córrego XV de novembro que corta o centro da cidade e está totalmente antropizado (Lançamentos de efluentes, etc).
<b>IBATIBA</b>	20 Poços Artesianos no Bairro Vila Nova; 05 Nascentes e o Córrego de Santa Maria. A distância mínima entre a área e o recurso mais próx. É de 400m.	–	Encontra-se em topo de morro.	Solo latossolo vermelho amarelo, solos profundos.	Zona 1: temperaturas mínimas entre 7,3 e 9,4°C e máximas entre 25,3 e 27,8°C. Zona 3: temperatura média mínimas entre 9,4 e 11,8°C e máximas entre 27,8 e 30,7°C,	–	Permeável	–	–	–	–

Quadro 21: Levantamento de aspectos ambientais referentes ao meio físico e biótico das ADDIRSUs constantes nos PRADs (continuação)

MUNICÍPIO	HIDROLOGIA	GEOLOGIA	GEOMORFOLOGIA	PEDOLOGIA	CLIMATOLOGIA	REGIME PLUVIOMÉTRICO	PERMEABILIDADE DO SOLO	NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO	FLORA	FAUNA	APP
IBITIRAMA	-	Intrusões graníticas com predominância de granulitos, charnoquitos, migmatitos e granitóides.	Declividade entre 30 e 39%. Relevo suave-ondulado a montanhoso-escarpado	-	Temperaturas médias que variam entre 19°C a 21°C	Podem alcançar valores de até 1.550 mm/a.	A) São Francisco: Baixa.	A) São Francisco: 8m.	A) São Francisco: ocorrência de espécies nativas de porte herbáceo/arbustivo e arbóreo do bioma Mata Atlântica e algumas exóticas. B) Santa Marta: plantio de essências nativas e também foi plantada gramínea	-	Reserva Florestal do Parque do Caparaó.
JAGUARÉ	As áreas encontram-se à cerca de 600 metros de distância de uma linha de drenagem natural, que faz contribuição como afluente do Córrego do Laço	-	Apresenta relevo plano a suavemente ondulado, com vertentes curtas variando de 100 a 150m de comprimento. A) área 1: Relevo Plano	Solo latossolo vermelho amarelo distrófico, textura Argilo-arenosa	Temperatura média anual é de 23,3 °C	Entre 1.200 mm a 1.300/ano	Deve ser média, pois é argilo-arenoso.	-	A) Área 1: Vegetação regenerada B) área 2: vegetação regenerada + nativa + cultura perene.	-	-
JERÔNIMO MONTEIRO	Destacando entre os córregos o Cristal e o Vala do Souza. Abundância de recursos hídricos sendo o mais próximo o Ribeirão Vala do Souza. Possui nascentes.	-	Relevo acidentado e montanhoso	<b>Latossolos Vermelho-Amarelo</b> , muito profundos e uniformes em características de cor, textura e estrutura em profundidade.	Temperatura média 19°C	Média de 1.200 mm/a	-	-	Entorno composto por pequenos fragmentos de Mata Atlântica, pastagens e lavouras cafejeiras numa pequena proporção.	<b>Espécies típicas da Mata Atlântica, e é grande a diversidade.</b> Alguns exemplos são: peixes (lambari, a traia, o piaú, o cará, a tilápia, etc), anfíbios (rá, sapo, perereca e cobra-cega), répteis (calango, lagartixa, limpa-mato e diversas cobras), aves (socó, gavião carijó, frango d'água, siriema, pica-pau do campo, etc) e mamíferos (gambá o barbado, tatus, preguiça de coleira, capivara, etc).	Unidade de Conservação de Pacotuba (Instituto Chico Mendes). (25 km do município)
LARANJA DA TERRA	Destacam-se no município o Rio Guandu e seus afluentes (Rio Taquaral, Rio Sobreiro, e os Córregos Laranja da Terra, Ribeirão do Bom Jesus, Crisciúma e Laranjinha). Áreas de captação de água: córrego a 374 metros e uma nascente a 780 metros de distância da área. Além de possuir poços escavados (a partir de 300 m de distância).	O município apresenta uma distribuição de litotipos como os xistos, charnockitos, metacalcários e gnaisses (NPps) e os ortognaisses tonalísticos, que ocupam, respectivamente cerca de 60 e 30%, do território. Sem afloramento rochoso na área de disposição.	Região montanhosa e ondulada. Altitudes encontram-se entre 250 a 300m na área do aterro.	Nitossolos Vermelhos, associados aos Latossolos Vermelho-Amarelos. Detectada a presença de erosões, as principais se encontram ao lado da área de disposição de RSU,	Temperatura média anual em torno de 22,35 °C.	Situado na faixa de 800 a 1.200 mm/ano.	-	-	Originalmente constituído por Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semi-Decidual, encontrado no domínio da Mata Atlântica, que atualmente se apresenta uma ocupação antrópica, substituídas por pastagens e áreas de cultivo (anuais e perenes), pequenos trechos de mata atlântica situada nas encostas onduladas e de maior altitude	<b>Aves</b> - As famílias encontradas foram TYRANNIDAE (com maior número de espécies), THRAYPIDAE, FURNARIDAE, DENCROCOLAPTIDAE, EMBEREZIDAE E THAMNOPHILIDAE. <b>Mamíferos</b> : As espécies endêmicas perfazem um total de 13,54% entre as consideradas para o Brasil e/ou Mata Atlântica. Comuns para os dois têm: <b>Callithrix geoffroyi</b> , <b>Cebus nigricans</b> , <b>Callicebus personatus</b> , <b>Bradypus torquatus</b> .	Duas APP Hídricas (córrego a 374m e nascente a 780m), e 4 fragmentos de mata nativa em estágios diferenciados (o mais próximo encontra-se a menos de 10 m).

Quadro 21: Levantamento de aspectos ambientais referentes ao meio físico e biótico das ADDIRSUs constantes nos PRADs (continuação)

MUNICÍPIO	HIDROLOGIA	GEOLOGIA	GEOMORFOLOGIA	PEDOLOGIA	CLIMATOLOGIA	REGIME PLUVIOMÉTRICO	PERMEABILIDADE DO SOLO	NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO	FLORA	FAUNA	APP
MANTENÓPOLIS	Principais mananciais: Rio São José, Córrego Mantenhina e Córrego Canto Belo.	-	Declividade que predominam no município são de 30 a 44,9% com relevo suave ondulado e 45 a 74,9% classificado como relevo ondulado.	Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, com horizonte A moderado, médio e argiloso.	Temperatura varia de 21 a 22 °C.	Precipitações anuais entre 861 e 1122 mm/a. Podendo alcançar 1500 mm/a.	-	-	Área 1: Frutíferas diversas e café (arábica). Área 2: Citrus e pastagem (Brachiaria B.). Área 3: Mamona. Área 6: Floresta - Fragmento de Mata atlântica. Área 7: Pastagem (Brachiaria b.)	-	-
MARATAÍZES	O município de Marataízes faz parte da região hidrográfica do Rio Itapemirim e é muito rico em sua hidrografia, possuindo várias lagoas e lagoas, tais como: Lagoa Boa Vista, Lagoa Caculucagem, Lagoa Tiririca, Lagoa das Pitãs, Lagoa do Siri, Lagoa Encantada, Lagoa do Meio, Brejo do Criador, Córrego São João.	Depósitos Aluvionares Holocênicos, do Quaternário, e o Grupo Medidas, do Terciário. A área onde se insere o aterro sanitário é composta pela litologia do Grupo Medidas.	A geomorfologia da área onde foi implantado o aterro sanitário é constituída pela unidade geomorfológica dos Tabuleiros Costeiros.	Área onde foi instalado o aterro sanitário é encoberta por Argissolo Amarelo distrófico.	A temperatura média mínima para o mês mais frio variando entre 11,8 - 18,0 °C e temperatura média máxima para o mês mais quente entre 30,7 - 34,0 °C.	A pluviosidade média anual 1.015 mm	Taxas relativamente altas para velocidades de infiltração básica em Argissolos Amarelos típicos de tabuleiros costeiros (2ª fase)	O lençol freático na área se situa a cotas variando entre 8,0 e 11,8 m. (2ª fase)	A área do empreendimento foi originalmente encoberta pela Mata Atlântica, a qual é formada por um conjunto de formações florestais (Florestas: Ombrófila Densa, Ombrófila Mista, Estacional Semidecidual, Estacional Decidual e Ombrófila Aberta) e ecossistemas associados como as restingas, manguezais e campos de altitude. Nas faixas altimétrica de 5 a 50 metros, que é o caso da área em estudo, ocorre a Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas.	A fauna de vertebrados é basicamente composta por aves, répteis e anfíbios, sendo a avifauna mais rica que a dos outros grupos devido à sua facilidade de locomoção. Onde soma-se 251 espécies registradas de vertebrados terrestres.	-
MARECHAL FLORIANO	Rios importantes: Rio Jucu Braço Sul, Rio Fundo e Rio Peixe Verde. As famílias residentes utilizam um poço escavado a montante da área com manilhas de 40 cm.	-	800m de altitude. relevo montanhoso e forte ondulação.	Cambissólicas distróficas A moderado textura argilosa.	Temperatura média de 17,5° C, com mínima de 3° C e máxima 32 C.	-	-	-	Predominantemente da <b>Mata Atlântica</b> (ex: <b>orquídeas</b> em grande quantidade e variedade, além de <b>bromélias</b> e algumas árvores que estão em extinção como o <b>jacarandá</b> , <b>jequitibá</b> , <b>pinhos</b> e <b>canelas</b> ).	Fauna característica de Mata Atlântica.	Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA).
MIMOSO DO SUL	A bacia hidrográfica local é composta pelo Rio Muqui do Sul, compondo a Bacia Hidrográfica do Rio Itabapoana.	-	<b>Conceição de Muqui:</b> Altitude de 552 m. Relevo forte ondulado. <b>Santo Antônio do Muqui:</b> Altitude de 350m e relevo fortemente ondulado.	Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico Coeso A moderado textura argilosa (Mediana).	Temperatura média das máximas de 33,5 a 27,8°C e das mínimas de 13,3 a 9,4°C. Umidade relativa em torno de 80%.	-	-	-	Maior parte da região coberta por pastagens, principalmente capim angola ou bengo (Panicus purpuracens Raddi) e capim brachiária (Brachiária radicans), capim gordura e samambaia. Além de pequenos fragmentos de mata atlântica.	De acordo com um levantamento do IEMA, foram encontrados aprox. 18 espécies de anfíbios, 189 espécies de aves e 17 espécies de mamíferos, próximo da área.	-

Quadro 21: Levantamento de aspectos ambientais referentes ao meio físico e biótico das ADDIRSU constantes nos PRADs (continuação)

MUNICÍPIO	HIDROLOGIA	GEOLOGIA	GEOMORFOLOGIA	PEDOLOGIA	CLIMATOLOGIA	REGIME PLUVIOMÉTRICO	PERMEABILIDADE DO SOLO	NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO	FLORA	FAUNA	APP
<b>PANCAS</b>	Os principais recursos hídricos são o Rio Pancas, o Rio Panquinhas e o Rio São José.	Granito, Mármore e Pedras Semi-Preciosas.	Declividades maiores que 8%. Relevo levemente acidentado.	Maioria de origem Litólicos, Eutróficos ou Distróficos. Alto índice de erosão.	Temperaturas variando de 9 °C a 30 °C nas zonas temperadas e entre 11 °C e 34 °C nas zonas quentes. A <b>média anual é de 29,2 °C. Umidade relativa média de 76%.</b>	Normal : 92 - 113mm e Observada: 325 - 407mm	-	-	Remanescentes da mata Atlântica (Assa Peixe, Erva Canudo, Vassoura e Picão Preto), Capoeiras, Pastagem, bosque de eucalipto e Lavouras cafeeiras na sua maioria. Orquídeas e bromélias.	Pequenos roedores, raposas, lagartos, cobras e diversas espécies de sapos, papagaios, maritacas e caturritas, corujas, gaviões, falcões, ouriço, jaguatirica, paca, cágado, tatu, queixada, cutia, capivara, jacus, tucanos, pica-paus, periquitos, beija-flores, bem-te-vis, sanhaços, garças brancas, jacupembas, sabiás, jutiris, rolas, surucuás, mutuns, jararacuçu, a ouricana, a caiçara, a coral, o surucucu, pico-de-jaca, caninana, Abelhas e vespas de várias espécies.	Parque Estadual dos Pontões Capixabas.
<b>RIO NOVO DO SUL</b>	Possui dois rios principais, que cortam seu território, o Rio Novo e o Rio Itapoama. Os córregos são Vicente de baixo e o córrego são Caetano são importantes, visto que deles provém o abastecimento de todo o perímetro urbano. Uma nascente é responsável pelo abastecimento de 4 residências e 1 faz sua captação por meio de poço artesiano.	-	Prevalece um terreno plano à moderadamente ondulado. Baixa declividade de algumas áreas.	Cambissolo, que apresentam média a baixa permeabilidade. Possui Horizonte B menos espesso e apresentam maior relação silte/argila.	Temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C.	Precipitações superiores a 750 mm/a.	Média a baixa.	Lençol freático superficial	Alguns fragmentos de Mata Atlântica e pastagens.	Robalo, Cascudo, Traíra, Barrigudinho, Siriema, Anu Preto, Pitiguari, Guaxe, Rã-pedra, Sapo-boi, Taruíra, lagarto, Cobra-dagua, onça vermelha, cachorro do mato, capivara, etc. Além de cachorros, gatos, bovinos e cavalos.	-
<b>SANTA MARIA DO JETIBÁ</b>	Rio São Sebastião do Meio e seu afluente Rio São Sebastião são os principais rios. São utilizados para dessedentação de animais, consumo humano (Poços artesanais) e irrigação.	-	Relevo é fortemente ondulado e montanhoso. Localiza-se em um topo de morro, com elevação de 812 metros.	Dominância é de latossolo vermelho amarelo.	Temperatura média das mín é inferior a 18°C e a das máx. ultrapassa os 22°C.	Em torno de 1800 mm/ano.	-	-	Os topos de morro ao entorno da área possuem fragmentos florestais da mata atlântica. Inserida em pastagens.	-	-

Quadro 21: Levantamento de aspectos ambientais referentes ao meio físico e biótico das ADDIRSU constantes nos PRADs (conclusão)

MUNICÍPIO	HIDROLOGIA	GEOLOGIA	GEOMORFOLOGIA	PEDOLOGIA	CLIMATOLOGIA	REGIME PLUVIOMÉTRICO	PERMEABILIDADE DO SOLO	NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO	FLORA	FAUNA	APP
SÃO ROQUE DO CANAÃ	Principal curso d'água é o Rio Santa Maria do Doce. A área de Córrego Seco não possui recursos hídricos nas suas proximidades.	-	Predomínio de terras baixas. Relevo fortemente ondulado (20 a 45% de declividade). <b>São Bento:</b> está a 133 m de altitude. <b>Córrego Seco:</b> Elevação de 211m.	São Bento: Latossolo vermelho-amarelo.	Temperaturas médias em torno de 18 e 26 °C.	Média de 1200mm/a.	-	-	<b>São Bento:</b> Circundada por pastagens. Sem fragmentos capazes de gerar ecossistema nativo. <b>Córrego Seco:</b> totalmente circundada por pastagens e plantios de café, com fragmentos de vegetação arbórea nativa próximos, caracterizada por vegetação semidecidual, mas não são capazes de gerar ecossistemas nativo.	Não há levantamentos.	-
VENDA NOVA DO IMIGRANTE	<b>A) Rodovia Pedro Cola:</b> 2 rios a 250m (Córrego Providência a montante e o Ribeirão Pindobas a jusante). Poços e nascentes utilizados para abastecimento de casas, complexo agroindustrial e escola municipal e uso da água do ribeirão para irrigação. <b>B) Pindobas:</b> Ribeirão Pindobas, há aproximadamente 300 metros a jusante. Água utilizada para irrigação e captação de água subterrânea para abastecimento da escola municipal. <b>C) São José do Alto Viçosa:</b> 2 córregos principais, o Córrego Saúde (a aprox. 230 m) e, um pequeno córrego afluente do Rio São João de Viçosa distante a 350 m. Poços subterrâneos e nascentes suprem o abastecimentos das residências, sem o poço mais prox em 160m.	-	<b>A) Rodovia Pedro Cola:</b> 40m acima da cota do Ribeirão Pindobas e em topografia forte ondulado numa condição de calha de drenagem natural. <b>B) Pindobas:</b> 30m acima da cota do curso hídrico e em topografia ondulado.	Solo predominante é o latossolo vermelho-amarelo álico. <b>Solo argiloso.</b>	Temperatura média em torno de 18,5°C. umidade relativa do ar é em torno de 85%.	1.500 mm/ano.	A) Rodovia Pedro cola: lenta.	Na área de Pindobas realizou uma sondagem e mesmo escavando a 20m não achou água.	<b>A) Rodovia Pedro Cola:</b> Encostas e fundos de vale com vegetação nativa. <b>B) Pindobas:</b> Encostas cobertas com vegetação de gramíneas e arbóreas nativas no entorno.	-	-

Fonte: Autoria própria.

Quadro 22: Outras informações importantes, levantamento de impactos e medidas mitigadoras constantes nas ADDRSU constantes nos PRADs (continua)

MUNICÍPIO	ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS	IMPACTOS NA SAÚDE PÚBLICA	POPULAÇÃO QUE RESIDE/TRABALHA NA ÁREA E NO ENTORNO	PRESENÇA DE CATADORES	SITUAÇÃO DA ÁREA (CONTAMINAÇÃO)	PRESENÇA DE LIXIVIADOS	IMPACTO SOBRE O SOLO	IMPACTO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS	IMPACTOS SOBRE O AR	VOLUME DE RESÍDUO DEPOSITADO	CARACTERÍSTICAS DAS CAVAS	COBRIMENTO DE RESÍDUOS	DRENAGEM LOCAL (DRENOS DE GASES, CAIXAS SECAS, ETC.)	Levantamento planialtimétrico (mapa georreferenciado (raio de 1000m, Escala não inferior	TECNOLOGIAS DE MITIGAÇÃO/MEDIDAS
DORES DO RIO PRETO	-	-	<b>A) Área Desativada:</b> 66 casas e aproximadamente 200 moradores. <b>B) Área Ativa:</b> 33 casas e aproximadamente 100 moradores.	O município de Dores do Rio Preto <b>nunca teve a presença de catadores em suas áreas de disposição dos RSU.</b>	Contaminada (possível lixiviado de aterro sanitário).	Sim	Compactação	<b>Nas duas áreas a possibilidade e de contaminação do lençol freático é bem remota.</b>	-	<b>A) ÁREA DESATIVADA:</b> cerca de 1.260 ton. <b>B) ÁREA EM USO:</b> cerca de 12.373 ton.	<b>A) Área desativada:</b> 1 vala - 30 metros de comprimento, 6 metros de largura e 5 metros de profundidade. <b>B) Área Ativa:</b> 3 (três) valas, com 40 metros de comprimento, 8 metros de largura e 7 metros de profundidade cada. 02 (duas) já estão desativadas, aterradas e com drenos de gases. A outra continua em uso, também com os devidos drenos.	Sim	Drenos de gases	<b>Área desativada</b> – Encontra-se localizada em uma meia encosta com declividade de 30%. <b>Área em uso</b> – Localiza-se em um topo de morro cuja a topografia é plana sem declividade 0.	-
GOVERNADOR LINDENBERG	No entorno da área existem lavouras de café, pastos. Mas não tem relação direta.	-	-	Há um esforço da prefeitura para se estabelecer uma associação, porém não foram identificadas.	Contaminada (disposição de baterias e pilhas e lixiviado de aterro sanitário)	Sim	-	não há possibilidade de comparação de interação do local de disposição para com o recurso hídrico mais próximo (Córrego 15 de novembro).	-	cerca de 36 toneladas/dia.	-	Sim	Drenos de gases. Possui caixas secas. não há o sistema de captação do percolado.	-	Medida viva de eucalipto. A flora atual será raleada e substituídas por plantas nativas.

Quadro 22: Outras informações importantes, levantamento de impactos e medidas mitigadoras constantes nas ADDIRSU constantes nos PRADS (continuação)

MUNICÍPIO	ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS	IMPACTOS NA SAÚDE PÚBLICA	POPULAÇÃO QUE RESIDE/TRABALHA NA ÁREA E NO ENTORNO	PRESENÇA DE CATADORES	SITUAÇÃO DA ÁREA (CONTAMINAÇÃO)	PRESENÇA DE LIXIVIADOS	IMPACTO SOBRE O SOLO	IMPACTO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS	IMPACTOS SOBRE O AR	VOLUME DE RESÍDUO DEPOSITADO	CARACTERÍSTICAS DAS CAVAS	COBRIMENTO DE RESÍDUOS	DRENAGEM LOCAL (DRENOS DE GASES, CAIXAS SECAS, ETC)	Levantamento planialtimétrico (mapa georreferenciado (raio de 1000m, Escala não inferior a 1:5000)	TECNOLOGIAS DE MITIGAÇÃO/MEDIDAS
IBATIBA	As águas do Córrego de Santa Maria, são usadas para a produção de café, olericultura, silvicultura e pecuária, bem como para o consumo humano.	As águas dos poços artesanais e das nascentes e do córrego santa maria são <b>usadas para consumo humano.</b>	-	Sim (Associação)	Contaminada	Sim	Contaminação (Pag 6)	Contaminação	-	311.348,00 ton	Profundidade = 9 metros.	Sim	Sim (Sistema de Captação de gases e caixas secas)	-	-
IBITIRAMA	-	-	A) São Francisco: Pecuáristas e B) Santa Marta: Residências a 500m, além de pecuaristas e cafeicultores.	Não, células Fechadas.	Contaminada	Sim	Contaminação por metais pesados.	A) São Francisco: possíveis impactos aos recursos hídricos são as de contaminação do solo por metais pesados e percolação do mesmo e, formação de bolsões de gases.	-	30 ton/dia	A) São Francisco: 5 valas, profundidade média de 5m. B) Santa Marta: Resíduos dispostos entre 0,5 e 5,0 m de profundidade.	Sim	Não	Declividade entre 30 e 39%	Cerca viva de eucalipto
JAGUARÉ	Prática de cafeicultura. Irrigação feita por córrego do laço, que possui relação com as áreas de estudo.	-	A) área 1: Não trabalha ninguém. B) área 2: 3 funcionários.	Não	Não definiram isso no relatório.	Sim	Possível contaminação ( Não tem nenhuma estrutura de drenos e nem impermeabilização do solo)	Não definiram no relatório	-	A) área 1: 41.000m³ B) área 2: 50.000m³	-	Sim	A) Não precisa de drenagem de águas pluviais e B) Não possui sistemas de drenagem nem de lixiviado de aterro sanitário e nem de água pluviais.	Consta planta de identificação das áreas com área de disposição, cursos d'água, rodovias e vegetação.	Cercas vivas e reflorestamento.
JERÔNIMO MONTEIRO	Economia predominantemente agrícola - pecuária e cafeicultura	-	-	Não	-	-	-	-	-	-	-	sim	Não	Não	-

Quadro 22: Outras informações importantes, levantamento de impactos e medidas mitigadoras constantes nas ADDIRSU constantes nos PRADS (continuação)

MUNICÍPIO	ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS	IMPACTOS NA SAÚDE PÚBLICA	POPULAÇÃO QUE RESIDE/TRABALHA NA ÁREA E NO ENTORNO	PRESENÇA DE CATADORES	SITUAÇÃO DA ÁREA (CONTAMINAÇÃO)	PRESENÇA DE LIXIVIADOS	IMPACTO SOBRE O SOLO	IMPACTO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS	IMPACTOS SOBRE O AR	VOLUME DE RESÍDUO DEPOSITADO	CARACTERÍSTICAS DAS CAVAS	COBRIMENTO DE RESÍDUOS	DRENAGEM LOCAL (DRENOS DE GASES, CAIXAS SECAS, ETC)	Levantamento planialtimétrico (mapa georreferenciado (raio de 1000m. Escala não inferior a 1:5000)	TECNOLOGIAS DE MITIGAÇÃO/MEDIDAS
LARANJA DA TERRA	Principais fontes econômicas (emprego e renda) é a oleicultura, agropecuária e cafeicultura. Caracterizada por áreas de agricultura familiar, com plantações anuais e perenes. A população do entorno constitui-se em sua maioria por agricultores. A área de cultivo mais próxima fica a 100m.	Se houver contaminação do solo e água, pode ser que traga riscos a saúde dos agricultores devido ao fato deles utilizarem esses recursos no plantio de suas culturas.	13 edificações. A casa mais próxima está a 340 m de distância. No local de deposição não relatamos nenhuma catção de materiais reaproveitáveis.	O município possui associação.	Contaminada (disposição de baterias e pilhas e eletroeletrônicos).	-	-	Não foram observados sinais de contaminação.	-	80 ton/mês. Capacidade volumétrica final de 3.375,00m³x 9m= 30.375m³.	9m de resíduo, 40 cm de solo compactado e mais 30 cm de solo.	Sim	A área possuía manilhas que eliminavam o gás, após deposição de resíduos além do suportado para o tamanho do aterro as manilhas foram cobertas.	Possui croquis da área. Com distância das edificações, dos recursos hídricos e dos remanescentes florestais.	-
MANTENOPOLIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200 ton/mês.	-	-	-	-	-
MARATAÍZES	Setores terciários (turismo) e secundários são os mais expressivos na geração de renda.	Os RSU eram coletados em 100% do município e até os resíduos de serviço de saúde eram aterrados com o resíduo doméstico, prática extremamente perigosa e inadequada, oferecendo riscos de contaminação ao solo e à saúde das pessoas que manuseavam esse resíduo. Diversos incêndios ocorreram no local, causando impactos na saúde dos moradores no entorno.	A população do entorno, é constituída pelos habitantes dos bairros Jacarandá, em Marataízes e Duas Barras, em Itapemirim.	Sim	Contaminada.	Sim	Contaminação por RSS e lixiviado de aterro sanitário. Pg 55	Considerou-se desnecessária a realização de análises químicas para a caracterização da qualidade das águas superficiais pois nem só o "lixão" influencia na qualidade da água. (2ª fase)	Diversos incêndios ocorreram no local, causando impactos na saúde dos moradores no entorno devido a fumaça que se espalhou. Pg 57	29020m3	16 valas de 3,0 x 3,0 x 30,0 m	Sim, antes de se tornar um "lixão" a céu aberto (pg7)	Possui uma planta com indicação de drenos	Possui.	A recuperação da área será levada a cabo com a implementação do Projeto de Cortes e Aterros, Projeto de Drenagem Superficial, Projeto de Drenagem de Gases, e Projetos de Implantação de cerca viva, de gramado, de vegetação arbórea e de vegetação herbácea arbustiva, que compõem o Projeto de Uso Futuro da Área. (fase 3 PRAD)

Quadro 22: Outras informações importantes, levantamento de impactos e medidas mitigadoras constantes nas ADDIRSU constantes nos PRADS (continuação)

MUNICÍPIO	ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS	IMPACTOS NA SAÚDE PÚBLICA	POPULAÇÃO QUE RESIDE/TRABALHA NA ÁREA E NO ENTORNO	PRESENÇA DE CATADORES	SITUAÇÃO DA ÁREA (CONTAMINAÇÃO)	PRESENÇA DE LIXIVIADOS	IMPACTO SOBRE O SOLO	IMPACTO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS	IMPACTOS SOBRE O AR	VOLUME DE RESÍDUO DEPOSITADO	CARACTERÍSTICAS DAS CAVAS	COBRIMENTO DE RESÍDUOS	DRENAGEM LOCAL (DRENOS DE GASES, CAIXAS SECAS, ETC)	Levantamento planialtimétrico (mapa georreferenciado (raio de 1000m, Escala não inferior a 1:5000)	TECNOLOGIAS DE MITIGAÇÃO/MEDIDAS
MARECHAL FLORIANO	A economia circula em torno da agricultura familiar (café, produção de hortaliças, etc). A cidade também se destaca no cenário capixaba com criação de aves para o abate.	-	9 famílias distantes a aprox. 30m. No entorno (até 1000m) encontra-se pequenas propriedades rurais de agricultura familiar, sítio de lazer.	Não. Nem de associação e nem de famílias catadores.	-	-	-	-	-	<b>aproximadamente 13.776m<sup>3</sup></b> (período de detenção janeiro de 1993 a abril de 1999, totalizando 2.296 dias).	-	Sim	-	-	-
MIMOSO DO SUL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SIM	-	-	Será feita uma ceifa manual de plantas invasoras, sendo respeitadas plantas nativas que estiverem em processo de regeneração natural, acondicionando o local para a realização do plantio de espécies pioneiras, espécies secundárias e espécies clímax, todas adaptadas às condições de clima e solo da região.

Quadro 22: Outras informações importantes, levantamento de impactos e medidas mitigadoras constantes nas ADDIRSU constantes nos PRADS (continuação)

MUNICÍPIO	ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS	IMPACTOS NA SAÚDE PÚBLICA	POPULAÇÃO QUE RESIDE/TRABALHA NA ÁREA E NO ENTORNO	PRESENÇA DE CATADORES	SITUAÇÃO DA ÁREA (CONTAMINAÇÃO)	PRESENÇA DE LIXIVIADOS	IMPACTO SOBRE O SOLO	IMPACTO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS	IMPACTOS SOBRE O AR	VOLUME DE RESÍDUO DEPOSITADO	CARACTERÍSTICAS DAS CAVAS	COBRIMENTO DE RESÍDUOS	DRENAGEM LOCAL (DRENOS DE GASES, CAIXAS SECAS, ETC)	Levantamento planialtimétrico (mapa georreferenciado (raio de 1000m, Escala não inferior a 1:5000)	TECNOLOGIAS DE MITIGAÇÃO/MEDIDAS
PANCAS	Predomínio de propriedades familiares. Atividades econômicas: Cafeicultura, Pecuária de Leite, Eucalipto, da fruticultura decorrente do Polo de Manga, Agroturismo e Agroindústria em pequena escala.	-	A residência mais próx. está a 400m. Conjunto habitacional a 600m.	-	Contaminada.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RIO NOVO DO SUL	Economia em torno de agricultura, pecuária (criação de gado e produção de leite), além da criação de aves e suínos.	Possível contaminação dos recursos hídricos que servem tanto para abastecimento da população quanto para dessedentação de animais.	5 residências à montante e 2 a jusante.	Sim mas não de associação	Contaminada (Disposição de RSS e outros materiais perigosos)	-	Contaminação	Contaminação (Resíduos dispostos nas proximidades do Córrego Santa Rita.	-	481.193,56 m <sup>3</sup> , aproximadamente 106.824,970 ton	-	Sim	-	-	-
SANTA MARIA DO JETIBÁ	Economia direcionada ao cultivo de hortifrutigranjeiros e a avicultura de postura comercial. Propriedades do entorno da área, tem como principal atividade a agricultura, silvicultura e a avicultura.	-	No raio de 1000m há um total de aprox. 150 hab, distribuídos em 35 propriedades.	Sim, catadores informais antigamente.	Contaminada, disposição de materiais perigosos.	-	Contaminação	-	-	Em média 360 mil ton.	Cobertura com material inerte de 15 a 20 cm, 2 vezes por semana.	Sim	-	-	-

Quadro 22: Outras informações importantes, levantamento de impactos e medidas mitigadoras constantes nas ADDIRSU constantes nos PRADs (conclusão)

MUNICÍPIO	ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS	IMPACTOS NA SAÚDE PÚBLICA	POPULAÇÃO QUE RESIDE/TRABALHA NA ÁREA E NO ENTORNO	PRESENÇA DE CATADORES	SITUAÇÃO DA ÁREA (CONTAMINAÇÃO)	PRESENÇA DE LIXIVIADOS	IMPACTO SOBRE O SOLO	IMPACTO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS	IMPACTOS SOBRE O AR	VOLUME DE RESÍDUO DEPOSITADO	CARACTERÍSTICAS DAS CAVAS	COBRIMENTO DE RESÍDUOS	DRENAGEM LOCAL (DRENOS DE GASES, CAIXAS SECAS, ETC)	Levantamento planialtimétrico (mapa georreferenciado (raio de 1000m, Escala não inferior a 1:5000)	TECNOLOGIAS DE MITIGAÇÃO/MEDIDAS
SÃO ROQUE DO CANAÃ	-	-	<b>São Bento:</b> No raio de 10m existe uma fábrica de esquadrias. 688 moradores e outras 4 empresas; <b>Córrego Seco:</b> 60 moradores em 1 km.	-	-	-	-	-	-	Não foi possível quantificar.	-	Sim, após a incineração.	Não possui.	-	Sistema de drenagem pluvial.
VENDA NOVA DO IMIGRANTE	-	-	<b>A) Rodovia Pedro Cola:</b> 2 residências em 300m e outras 22 em 1000m. <b>B) Pindobas:</b> 1 residência em 300m e outras 23 em 1000m. Além do complexo agroindustrial Pindobas. <b>C) São José do Alto Viçosa:</b> Aprox. 40 residências.	Não	Sim	-	-	<b>A) Rodovia Pedro Cola:</b> Não há uso da água para consumo humano captada nas áreas de interferência do antigo "lixão"; <b>B) Pindobas:</b> como a sondagem não encontrou pluma de lixiviado de aterro sanitário ou lençol freático não se acredita na possibilidade de contaminação. <b>C) São José do Alto Viçosa:</b> Não se pode afirmar, pois necessita de verificação.	-	-	Não foi possível averiguar, devido ao fato das áreas se encontrarem em taludes instáveis.	Sim	-	-	<b>A) Rodovia Pedro Cola:</b> recobrimento dos resíduos, Plantio de gramíneas e eucalipto. <b>B) Pindobas:</b> recobrimento dos resíduos. <b>C) São José do Alto Viçosa:</b> recobrimento dos resíduos e plantio de eucaliptos.

Fonte: Autoria própria.

## APÊNDICE B – CLASSIFICAÇÃO DAS ADDIRSU PELO IQR

Quadro 23: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Dores do Rio Preto (continua)

		Dores do Rio Preto - Área 1 (LIXÃO)			Dores do Rio Preto - Área 2 (LIXÃO)		
TOTAL 2.1		56	Condições inadequadas		56	Condições inadequadas	
IQR 2.1		5,6			5,6		
TOTAL 2.2							
IQR 2.2							
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos
Estrutura de apoio	1. Portaria, balança e vigilância	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	2. Isolamento físico	Sim/Suficiente	2		Sim/Suficiente	2	
	3. Isolamento visual	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	4. Acesso à frente de descargas	Adequado	3		Adequado	3	
Frente de trabalho	5. Dimensões da frente de trabalho	Adequado	5		Adequado	5	
	6. Compactação dos resíduos	Inadequado	0		Inadequado	0	
	7. Recobrimento dos resíduos	Adequado	5		Adequado	5	
Taludes e bermas	8. Dimensões e inclinações	Inadequado	0		Inadequado	0	
	9. Cobertura de terra	Adequado	4		Adequado	4	
	10. Proteção vegetal	Inadequado	0		Inadequado	0	
Superfície superior	11. Afloramento de chorume	Não/Raros	4		Não/Raros	4	
	12. Nivelamento da superfície	Adequado	5		Adequado	5	
	13. Homogeneidade da cobertura	Não	0		Não	0	
Estrutura de proteção ambiental	14. Impermeabilização do solo <b>Se "Sim", pular item 15</b> <b>Se "Não", preencher item 15</b>	Sim/Adequado	10		Sim/Adequado	10	
	15. Profundidade lençol freático (P) x permeabilidade do solo (K)						
	16. Drenagem de chorume	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	17. Tratamento de chorume	Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0	
	18. Drenagem provisória de águas pluviais	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	19. Drenagem definitiva de águas pluviais	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	20. Drenagem de gases	Suficiente/Desnecessário	4		Suficiente/Desnecessário	4	
	21. Monitoramento de águas subterrâneas	Inexistente	0		Inexistente	0	
22. Monitoramento geotécnico	Inexistente	0		Inexistente	0		
<b>Subtotal 1</b>			42	Máx=86		42	Máx=86

Quadro 23: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Dores do Rio Preto (conclusão)

Item	Sub-item	Dores do Rio Preto - Área 1 (LIXÃO)			Dores do Rio Preto - Área 2 (LIXÃO)		
		Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos
Outras informações	23. Presença de catadores	Não	2		Não	2	
	24. Queima de resíduos	Não	2		Não	2	
	25. Ocorrência de moscas e odores	Não	2		Não	2	
	26. Presença de aves e animais	Não	2		Não	2	
	27. Recebimento de resíduos não autorizados	Não	2		Não	2	
	28. Recebimento de resíduos industriais <b>Se "Sim", preencher item 29</b> <b>Se "Não", pular item 29</b>	Não	0		Não	0	
	29. Estruturas e procedimentos						
<b>Subtotal 2.1</b>			10	Máx=10	<b>Subtotal 2.1</b>	10	Máx=10
<b>Subtotal 2.2</b>				Máx=20	<b>Subtotal 2.2</b>		Máx=20
Característica da área	30. Proximidades de núcleos habitacionais	>=500m	2		>=500m	2	
	31. Proximidades de corpos de água	>=200m	2		>=200m	2	
	32. Vida útil da área	2<x<=5 anos	0		> 5 anos	0	
	33. Restrições legais ao uso do solo	Não	0		Não	0	
<b>Subtotal 3</b>			4	Máx=4	<b>Subtotal 3</b>	4	Máx=4

Fonte: Autoria própria

Quadro 24: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Governador Lindenberg e Ibatiba (continua)

		Governador Lindenberg (LIXÃO)			Ibatiba (aterro controlado)		
TOTAL 2.1		55	Condições inadequadas		45	Condições inadequadas	
IQR 2.1		5,5			4,5		
TOTAL 2.2							
IQR 2.2							
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos
Estrutura de apoio	1. Portaria, balança e vigilância	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	2. Isolamento físico	Sim/Suficiente	2		Sim/Suficiente	2	
	3. Isolamento visual	Sim/Suficiente	2		Sim/Suficiente	2	
	4. Acesso à frente de descargas	Adequado	3		Adequado	3	
Frente de trabalho	5. Dimensões da frente de trabalho	Adequado	5		Adequado	5	
	6. Compactação dos resíduos	Inadequado	0		Inadequado	0	
	7. Recobrimento dos resíduos	Adequado	5		Adequado	5	
Taludes e bermas	8. Dimensões e inclinações	Inadequado	0		Inadequado	0	
	9. Cobertura de terra	Adequado	4		Adequado	4	
	10. Proteção vegetal	Inadequado	0		Inadequado	0	
	11. Afloramento de chorume	Não/Raros	4		Não/Raros	4	
Superfície superior	12. Nivelamento da superfície	Adequado	5		Adequado	5	
	13. Homogeneidade da cobertura	Não	0		Não	0	
Estrutura de proteção ambiental	14. Impermeabilização do solo <b>Se "Sim", pular item 15</b> <b>Se "Não", preencher item 15</b>	Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0	
	15. Profundidade lençol freático (P) x permeabilidade do solo (K)	P>3m, k<10-6 cm/s	4		Condição inadequada	0	
	16. Drenagem de chorume	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	17. Tratamento de chorume	Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0	
	18. Drenagem provisória de águas pluviais	Suficiente/Desnecessário	3		Suficiente/Desnecessário	3	
	19. Drenagem definitiva de águas pluviais	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	20. Drenagem de gases	Suficiente/Desnecessário	4		Suficiente/Desnecessário	4	
	21. Monitoramento de águas subterrâneas	Inexistente	0		Inexistente	0	
	22. Monitoramento geotécnico	Inexistente	0		Inexistente	0	
<b>Subtotal 1</b>			41	Máx=86		37	Máx=86

Quadro 24: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Governador Lindenberg e Ibatiba (conclusão)

Item	Sub-item	Governador Lindenberg (LIXÃO)			Ibatiba (aterro controlado)		
		Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos
Outras informações	23. Presença de catadores	Não	2		Sim	0	
	24. Queima de resíduos	Não	2		Não	2	
	25. Ocorrência de moscas e odores	Não	2		Sim	0	
	26. Presença de aves e animais	Não	2		Sim	0	
	27. Recebimento de resíduos não autorizados	Não	2		Não	2	
	28. Recebimento de resíduos industriais <b>Se "Sim", preencher item 29</b> <b>Se "Não", pular item 29</b>	Não	0		Não	0	
	29. Estruturas e procedimentos						
<b>Subtotal 2.1</b>			10	Máx=10	4	Máx=10	
<b>Subtotal 2.2</b>				Máx=20		Máx=20	
Característica da área	30. Proximidades de núcleos habitacionais	>=500m	2		>=500m	2	
	31. Proximidades de corpos de água	>=200m	2		>=200m	2	
	32. Vida útil da área	> 5 anos	0		> 5 anos	0	
	33. Restrições legais ao uso do solo	Não	0		Não	0	
<b>Subtotal 3</b>			4	Máx=4	4	Máx=4	

Fonte: Autoria própria.

Quadro 25: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Ibitirama (continua)

		Ibitirama - Área 1 (São Francisco)			Ibitirama - Área 2 (Santa Marta)		
TOTAL 2.1		54	Condições inadequadas		46	Condições inadequadas	
IQR 2.1		5,4			4,6		
TOTAL 2.2							
IQR 2.2							
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos
Estrutura de apoio	1. Portaria, balança e vigilância	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	2. Isolamento físico	Sim/Suficiente	2		Sim/Suficiente	2	
	3. Isolamento visual	Sim/Suficiente	2		Sim/Suficiente	2	
	4. Acesso à frente de descargas	Adequado	3		Adequado	3	
Frente de trabalho	5. Dimensões da frente de trabalho	Adequado	5		Adequado	5	
	6. Compactação dos resíduos	Inadequado	0		Inadequado	0	
	7. Recobrimento dos resíduos	Adequado	5		Adequado	5	
Taludes e bermas	8. Dimensões e inclinações	Inadequado	0		Inadequado	0	
	9. Cobertura de terra	Adequado	4		Adequado	4	
	10. Proteção vegetal	Inadequado	0		Inadequado	0	
	11. Afloramento de chorume	Não/Raros	4		Não/Raros	4	
Superfície superior	12. Nivelamento da superfície	Adequado	5		Adequado	5	
	13. Homogeneidade da cobertura	Não	0		Não	0	
Estrutura de proteção ambiental	14. Impermeabilização do solo <b>Se "Sim", pular item 15</b> <b>Se "Não", preencher item 15</b>	Sim/Adequado	10		Não/Inadequado	0	
	15. Profundidade lençol freático (P) x permeabilidade do solo (K)				P>3m, k<10-6 cm/s	4	
	16. Drenagem de chorume	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	17. Tratamento de chorume	Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0	
	18. Drenagem provisória de águas pluviais	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	19. Drenagem definitiva de águas pluviais	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	20. Drenagem de gases	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	21. Monitoramento de águas subterrâneas	Inexistente	0		Inexistente	0	
22. Monitoramento geotécnico	Inexistente	0		Inexistente	0		
<b>Subtotal 1</b>			40	Máx=86		34	Máx=86

Quadro 25: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Ibitirama (conclusão)

Item	Sub-item	Ibitirama - Área 1 (São Francisco)			Ibitirama - Área 2 (Santa Marta)		
		Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos
Outras informações	23. Presença de catadores	Não	2		Não	2	
	24. Queima de resíduos	Não	2		Não	2	
	25. Ocorrência de moscas e odores	Não	2		Não	2	
	26. Presença de aves e animais	Não	2		Não	2	
	27. Recebimento de resíduos não autorizados	Não	2		Não	2	
	28. Recebimento de resíduos industriais <b>Se "Sim", preencher item 29</b> <b>Se "Não", pular item 29</b>	Não	0		Não	0	
	29. Estruturas e procedimentos						
<b>Subtotal 2.1</b>			10	Máx=10	10	Máx=10	
<b>Subtotal 2.2</b>				Máx=20		Máx=20	
Característica da área	30. Proximidades de núcleos habitacionais	>=500m	2		<500m	0	
	31. Proximidades de corpos de água	>=200m	2		>=200m	2	
	32. Vida útil da área	> 5 anos	0		> 5 anos	0	
	33. Restrições legais ao uso do solo	Não	0		Não	0	
<b>Subtotal 3</b>			4	Máx=4	2	Máx=4	

Fonte: Autoria própria.

Quadro 26: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Jaguaré (continua)

		Jaguaré - Área 1			Jaguaré - Área 2		
TOTAL 2.1		51	Condições inadequadas		44	Condições inadequadas	
IQR 2.1		5,1			4,4		
TOTAL 2.2							
IQR 2.2							
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos
Estrutura de apoio	1. Portaria, balança e vigilância	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	2. Isolamento físico	Sim/Suficiente	2		Sim/Suficiente	2	
	3. Isolamento visual	Sim/Suficiente	2		Sim/Suficiente	2	
	4. Acesso à frente de descargas	Adequado	3		Adequado	3	
Frente de trabalho	5. Dimensões da frente de trabalho	Adequado	5		Adequado	5	
	6. Compactação dos resíduos	Inadequado	0		Inadequado	0	
	7. Recobrimento dos resíduos	Adequado	5		Adequado	5	
Taludes e bermas	8. Dimensões e inclinações	Inadequado	0		Inadequado	0	
	9. Cobertura de terra	Adequado	4		Adequado	4	
	10. Proteção vegetal	Inadequado	0		Inadequado	0	
	11. Afloramento de chorume	Não/Raros	4		Não/Raros	4	
Superfície superior	12. Nivelamento da superfície	Adequado	5		Adequado	5	
	13. Homogeneidade da cobertura	Não	0		Não	0	
Estrutura de proteção ambiental	14. Impermeabilização do solo <b>Se "Sim", pular item 15</b> <b>Se "Não", preencher item 15</b>	Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0	
	15. Profundidade lençol freático (P) x permeabilidade do solo (K)	Condição inadequada	0		Condição inadequada	0	
	16. Drenagem de chorume	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	17. Tratamento de chorume	Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0	
	18. Drenagem provisória de águas pluviais	Suficiente/Desnecessário	3		Não/Insuficiente	0	
	19. Drenagem definitiva de águas pluviais	Suficiente/Desnecessário	4		Não/Insuficiente	0	
	20. Drenagem de gases	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	21. Monitoramento de águas subterrâneas	Inexistente	0		Inexistente	0	
22. Monitoramento geotécnico	Inexistente	0		Inexistente	0		
<b>Subtotal 1</b>			37	Máx=86	30	Máx=86	

Quadro 26: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Jaguaré (conclusão)

Item	Sub-item	Jaguaré - Área 1			Jaguaré - Área 2		
		Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos
Outras informações	23. Presença de catadores	Não	2		Não	2	
	24. Queima de resíduos	Não	2		Não	2	
	25. Ocorrência de moscas e odores	Não	2		Não	2	
	26. Presença de aves e animais	Não	2		Não	2	
	27. Recebimento de resíduos não autorizados	Não	2		Não	2	
	28. Recebimento de resíduos industriais <b>Se "Sim", preencher item 29</b> <b>Se "Não", pular item 29</b>	Não	0		Não	0	
	29. Estruturas e procedimentos						
<b>Subtotal 2.1</b>			10	Máx=10		10	Máx=10
<b>Subtotal 2.2</b>				Máx=20			Máx=20
Característica da área	30. Proximidades de núcleos habitacionais	>=500m	2		>=500m	2	
	31. Proximidades de corpos de água	>=200m	2		>=200m	2	
	32. Vida útil da área	> 5 anos	0		> 5 anos	0	
	33. Restrições legais ao uso do solo	Não	0		Não	0	
<b>Subtotal 3</b>			4	Máx=4		4	Máx=4

Fonte: Autoria própria.

Quadro 27: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Jerônimo Monteiro (Áreas 1, 2 e 3) (continua)

		Jerônimo Monteiro - Área 1			Jerônimo Monteiro - Área 2			Jerônimo Monteiro - Área 3			
TOTAL 2.1		44	Condições inadequadas		44	Condições inadequadas		44	Condições inadequadas		
IQR 2.1		4,4			4,4			4,4			
TOTAL 2.2											
IQR 2.2											
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos	
Estrutura de apoio	1. Portaria, balança e vigilância	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		
	2. Isolamento físico	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		
	3. Isolamento visual	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		
	4. Acesso à frente de descargas	Adequado	3		Adequado	3		Adequado	3		
Frente de trabalho	5. Dimensões da frente de trabalho	Adequado	5		Adequado	5		Adequado	5		
	6. Compactação dos resíduos	Inadequado	0		Inadequado	0		Inadequado	0		
	7. Recobrimento dos resíduos	Adequado	5		Adequado	5		Adequado	5		
Taludes e bermas	8. Dimensões e inclinações	Inadequado	0		Inadequado	0		Inadequado	0		
	9. Cobertura de terra	Adequado	4		Adequado	4		Adequado	4		
	10. Proteção vegetal	Inadequado	0		Inadequado	0		Inadequado	0		
Superfície superior	11. Afloramento de chorume	Não/Raros	4		Não/Raros	4		Não/Raros	4		
	12. Nivelamento da superfície	Adequado	5		Adequado	5		Adequado	5		
	13. Homogeneidade da cobertura	Não	0		Não	0		Não	0		
Estrutura de proteção ambiental	14. Impermeabilização do solo <b>Se "Sim", pular item 15</b> <b>Se "Não", preencher item 15</b>	Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0		
	15. Profundidade lençol freático (P) x permeabilidade do solo (K)	Condição inadequada	0		Condição inadequada	0		Condição inadequada	0		
	16. Drenagem de chorume	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		
	17. Tratamento de chorume	Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0		
	18. Drenagem provisória de águas pluviais	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		
	19. Drenagem definitiva de águas pluviais	Suficiente/Desnecessário	4		Suficiente/ Desnecessário	4		Suficiente/ Desnecessário	4		
	20. Drenagem de gases	Suficiente/Desnecessário	4		Suficiente/ Desnecessário	4		Suficiente/ Desnecessário	4		
	21. Monitoramento de águas subterrâneas	Inexistente	0		Inexistente	0		Inexistente	0		
22. Monitoramento geotécnico	Inexistente	0		Inexistente	0		Inexistente	0			
<b>Subtotal 1</b>			34	Máx= 86				34	Máx= 86		

Quadro 27: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Jerônimo Monteiro (Áreas 1, 2 e 3) (conclusão)

Item	Sub-item	Jerônimo Monteiro - Área 1			Jerônimo Monteiro - Área 2			Jerônimo Monteiro - Área 3		
		Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos
Outras informações	23. Presença de catadores	Não	2		Não	2		Não	2	
	24. Queima de resíduos	Não	2		Não	2		Não	2	
	25. Ocorrência de moscas e odores	Não	2		Não	2		Não	2	
	26. Presença de aves e animais	Não	2		Não	2		Não	2	
	27. Recebimento de resíduos não autorizados	Não	2		Não	2		Não	2	
	28. Recebimento de resíduos industriais <b>Se "Sim", preencher item 29</b> <b>Se "Não", pular item 29</b>	Não	0		Não	0		Não	0	
	29. Estruturas e procedimentos									
<b>Subtotal 2.1</b>			10	Máx= 10		10	Máx= 10		10	Máx= 10
<b>Subtotal 2.2</b>				Máx= 20			Máx= 20			Máx= 20
Característica da área	30. Proximidades de núcleos habitacionais	<500m	0		<500m	0		<500m	0	
	31. Proximidades de corpos de água	<200m	0		<200m	0		<200m	0	
	32. Vida útil da área	<=2 anos	0		<=2 anos	0		<=2 anos	0	
	33. Restrições legais ao uso do solo	Não	0		Não	0		Não	0	
<b>Subtotal 3</b>			0	Máx=4		0	Máx=4		0	Máx=4

Fonte: Autoria própria.

Quadro 28: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Jerônimo Monteiro (Áreas 4 e 5) (continua)

		Jerônimo Monteiro - Área 4			Jerônimo Monteiro - Área 5		
TOTAL 2.1		44	Condições inadequadas		44	Condições inadequadas	
IQR 2.1		4,4			4,4		
TOTAL 2.2							
IQR 2.2							
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos
Estrutura de apoio	1. Portaria, balança e vigilância	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	2. Isolamento físico	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	3. Isolamento visual	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	4. Acesso à frente de descargas	Adequado	3		Adequado	3	
Frente de trabalho	5. Dimensões da frente de trabalho	Adequado	5		Adequado	5	
	6. Compactação dos resíduos	Inadequado	0		Inadequado	0	
	7. Recobrimento dos resíduos	Adequado	5		Adequado	5	
Taludes e bermas	8. Dimensões e inclinações	Inadequado	0		Inadequado	0	
	9. Cobertura de terra	Adequado	4		Adequado	4	
	10. Proteção vegetal	Inadequado	0		Inadequado	0	
	11. Afloramento de chorume	Não/Raros	4		Não/Raros	4	
Superfície superior	12. Nivelamento da superfície	Adequado	5		Adequado	5	
	13. Homogeneidade da cobertura	Não	0		Não	0	
Estrutura de proteção ambiental	14. Impermeabilização do solo <b>Se "Sim", pular item 15</b> <b>Se "Não", preencher item 15</b>	Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0	
	15. Profundidade lençol freático (P) x permeabilidade do solo (K)	Condição inadequada	0		Condição inadequada	0	
	16. Drenagem de chorume	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	17. Tratamento de chorume	Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0	
	18. Drenagem provisória de águas pluviais	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	19. Drenagem definitiva de águas pluviais	Suficiente/ Desnecessário	4		Suficiente/ Desnecessário	4	
	20. Drenagem de gases	Suficiente/ Desnecessário	4		Suficiente/ Desnecessário	4	
	21. Monitoramento de águas subterrâneas	Inexistente	0		Inexistente	0	
22. Monitoramento geotécnico	Inexistente	0		Inexistente	0		
<b>Subtotal 1</b>			34	Máx= 86		34	Máx= 86

Quadro 28: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Jerônimo Monteiro (Áreas 4 e 5) (conclusão)

Item	Sub-item	Jerônimo Monteiro - Área 4			Jerônimo Monteiro - Área 5		
		Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos
Outras informações	23. Presença de catadores	Não	2		Não	2	
	24. Queima de resíduos	Não	2		Não	2	
	25. Ocorrência de moscas e odores	Não	2		Não	2	
	26. Presença de aves e animais	Não	2		Não	2	
	27. Recebimento de resíduos não autorizados	Não	2		Não	2	
	28. Recebimento de resíduos industriais <b>Se "Sim", preencher item 29</b> <b>Se "Não", pular item 29</b>	Não	0		Não	0	
	29. Estruturas e procedimentos						
<b>Subtotal 2.1</b>			10	Máx= 10		10	Máx= 10
<b>Subtotal 2.2</b>				Máx= 20			Máx= 20
Característica da área	30. Proximidades de núcleos habitacionais	<500m	0		<500m	0	
	31. Proximidades de corpos de água	<200m	0		<200m	0	
	32. Vida útil da área	<=2 anos	0		<=2 anos	0	
	33. Restrições legais ao uso do solo	Não	0		Não	0	
<b>Subtotal 3</b>			0	Máx=4		0	Máx=4

Fonte: Autoria própria.

Quadro 29: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Laranja da Terra (continua)

		Laranja da Terra		
TOTAL 2.1		40	Condições inadequadas	
IQR 2.1		4		
TOTAL 2.2				
IQR 2.2				
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
Estrutura de apoio	1. Portaria, balança e vigilância	Não/Insuficiente	0	
	2. Isolamento físico	Sim/Suficiente	2	
	3. Isolamento visual	Não/Insuficiente	0	
	4. Acesso à frente de descargas	Adequado	3	
Frente de trabalho	5. Dimensões da frente de trabalho	Adequado	5	
	6. Compactação dos resíduos	Inadequado	0	
	7. Recobrimento dos resíduos	Adequado	5	
Taludes e bermas	8. Dimensões e inclinações	Inadequado	0	
	9. Cobertura de terra	Adequado	4	
	10. Proteção vegetal	Inadequado	0	
	11. Afloramento de chorume	Não/Raros	4	
Superfície superior	12. Nivelamento da superfície	Adequado	5	
	13. Homogeneidade da cobertura	Não	0	
Estrutura de proteção ambiental	14. Impermeabilização do solo <b>Se "Sim", pular item 15</b> <b>Se "Não", preencher item 15</b>	Não/Inadequado	0	
	15. Profundidade lençol freático (P) x permeabilidade do solo (K)	Condição inadequada	0	
	16. Drenagem de chorume	Não/Insuficiente	0	
	17. Tratamento de chorume	Não/Inadequado	0	
	18. Drenagem provisória de águas pluviais	Não/Insuficiente	0	
	19. Drenagem definitiva de águas pluviais	Não/Insuficiente	0	
	20. Drenagem de gases	Não/Insuficiente	0	
	21. Monitoramento de águas subterrâneas	Inexistente	0	
22. Monitoramento geotécnico	Inexistente	0		
<b>Subtotal 1</b>			28	Máx=86

Quadro 29: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Laranja da Terra (conclusão)

Item	Sub-item	Laranja da Terra		
		Avaliação	Peso	Pontos
Outras informações	23. Presença de catadores	Não	2	
	24. Queima de resíduos	Não	2	
	25. Ocorrência de moscas e odores	Não	2	
	26. Presença de aves e animais	Não	2	
	27. Recebimento de resíduos não autorizados	Não	2	
	28. Recebimento de resíduos industriais <b>Se "Sim", preencher item 29</b> <b>Se "Não", pular item 29</b>	Não	0	
	29. Estruturas e procedimentos			
<b>Subtotal 2.1</b>			10	Máx=10
<b>Subtotal 2.2</b>				Máx=20
Característica da área	30. Proximidades de núcleos habitacionais	<500m	0	
	31. Proximidades de corpos de água	>=200m	2	
	32. Vida útil da área	> 5 anos	0	
	33. Restrições legais ao uso do solo	Não	0	
<b>Subtotal 3</b>			2	Máx=4

Fonte: Autoria própria.

Quadro 30: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Mantenópolis (Áreas 1 e 2) (continua)

		Mantenópolis - Área 1			Mantenópolis - Área 2		
TOTAL 2.1		26	Condições inadequadas		26	Condições inadequadas	
IQR 2.1		2,6			2,6		
TOTAL 2.2							
IQR 2.2							
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos
Estrutura de apoio	1. Portaria, balança e vigilância	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	2. Isolamento físico	Sim/Suficiente	2		Sim/Suficiente	2	
	3. Isolamento visual	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	4. Acesso à frente de descargas	Adequado	3		Adequado	3	
Frente de trabalho	5. Dimensões da frente de trabalho	Adequado	5		Adequado	5	
	6. Compactação dos resíduos	Inadequado	0		Inadequado	0	
	7. Recobrimento dos resíduos	Inadequado	0		Inadequado	0	
Taludes e bermas	8. Dimensões e inclinações	Inadequado	0		Inadequado	0	
	9. Cobertura de terra	Inadequado	0		Inadequado	0	
	10. Proteção vegetal	Inadequado	0		Inadequado	0	
	11. Afloramento de chorume	Não/Raros	4		Não/Raros	4	
Superfície superior	12. Nivelamento da superfície	Inadequado	0		Inadequado	0	
	13. Homogeneidade da cobertura	Não	0		Não	0	
Estrutura de proteção ambiental	14. Impermeabilização do solo <b>Se "Sim", pular item 15</b> <b>Se "Não", preencher item 15</b>	Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0	
	15. Profundidade lençol freático (P) x permeabilidade do solo (K)	Condição inadequada	0		Condição inadequada	0	
	16. Drenagem de chorume	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	17. Tratamento de chorume	Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0	
	18. Drenagem provisória de águas pluviais	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	19. Drenagem definitiva de águas pluviais	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	20. Drenagem de gases	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	21. Monitoramento de águas subterrâneas	Inexistente	0		Inexistente	0	
22. Monitoramento geotécnico	Inexistente	0		Inexistente	0		
<b>Subtotal 1</b>			14	Máx=86	14	Máx=86	

Quadro 30: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Mantenópolis (Áreas 1 e 2) (conclusão)

Item	Sub-item	Mantenópolis - Área 1			Mantenópolis - Área 2		
		Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos
Outras informações	23. Presença de catadores	Não	2		Não	2	
	24. Queima de resíduos	Não	2		Não	2	
	25. Ocorrência de moscas e odores	Não	2		Não	2	
	26. Presença de aves e animais	Não	2		Não	2	
	27. Recebimento de resíduos não autorizados	Não	2		Não	2	
	28. Recebimento de resíduos industriais <b>Se "Sim", preencher item 29</b> <b>Se "Não", pular item 29</b>	Não	0		Não	0	
	29. Estruturas e procedimentos						
<b>Subtotal 2.1</b>			10	Máx=10			
<b>Subtotal 2.2</b>				Máx=20			
Característica da área	30. Proximidades de núcleos habitacionais	>=500m	2		>=500m	2	
	31. Proximidades de corpos de água	<200m	0		<200m	0	
	32. Vida útil da área	> 5 anos	0		> 5 anos	0	
	33. Restrições legais ao uso do solo	Não	0		Não	0	
<b>Subtotal 3</b>			2	Máx=4			

Fonte: Autoria própria.

Quadro 31: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Mantenópolis (Áreas 3 e 4) (continua)

		Mantenópolis - Área 3			Mantenópolis - Área 4		
TOTAL 2.1		26	Condições inadequadas		26	Condições inadequadas	
IQR 2.1		2,6			2,6		
TOTAL 2.2							
IQR 2.2							
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos
Estrutura de apoio	1. Portaria, balança e vigilância	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	2. Isolamento físico	Sim/Suficiente	2		Sim/Suficiente	2	
	3. Isolamento visual	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	4. Acesso à frente de descargas	Adequado	3		Adequado	3	
Frente de trabalho	5. Dimensões da frente de trabalho	Adequado	5		Adequado	5	
	6. Compactação dos resíduos	Inadequado	0		Inadequado	0	
	7. Recobrimento dos resíduos	Inadequado	0		Inadequado	0	
Taludes e bermas	8. Dimensões e inclinações	Inadequado	0		Inadequado	0	
	9. Cobertura de terra	Inadequado	0		Inadequado	0	
	10. Proteção vegetal	Inadequado	0		Inadequado	0	
	11. Afloramento de chorume	Não/Raros	4		Não/Raros	4	
Superfície superior	12. Nivelamento da superfície	Inadequado	0		Inadequado	0	
	13. Homogeneidade da cobertura	Não	0		Não	0	
Estrutura de proteção ambiental	14. Impermeabilização do solo <b>Se "Sim", pular item 15</b> <b>Se "Não", preencher item 15</b>	Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0	
	15. Profundidade lençol freático (P) x permeabilidade do solo (K)	Condição inadequada	0		Condição inadequada	0	
	16. Drenagem de chorume	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	17. Tratamento de chorume	Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0	
	18. Drenagem provisória de águas pluviais	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	19. Drenagem definitiva de águas pluviais	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	20. Drenagem de gases	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	21. Monitoramento de águas subterrâneas	Inexistente	0		Inexistente	0	
22. Monitoramento geotécnico	Inexistente	0		Inexistente	0		
<b>Subtotal 1</b>			14	Máx=86	14	Máx=86	

Quadro 31: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Mantenópolis (Áreas 3 e 4) (conclusão)

Item	Sub-item	Mantenópolis - Área 3			Mantenópolis - Área 4		
		Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos
Outras informações	23. Presença de catadores	Não	2		Não	2	
	24. Queima de resíduos	Não	2		Não	2	
	25. Ocorrência de moscas e odores	Não	2		Não	2	
	26. Presença de aves e animais	Não	2		Não	2	
	27. Recebimento de resíduos não autorizados	Não	2		Não	2	
	28. Recebimento de resíduos industriais <b>Se "Sim", preencher item 29</b> <b>Se "Não", pular item 29</b>	Não	0		Não	0	
	29. Estruturas e procedimentos						
<b>Subtotal 2.1</b>			10	Máx=10		10	Máx=10
<b>Subtotal 2.2</b>				Máx=20			Máx=20
Característica da área	30. Proximidades de núcleos habitacionais	>=500m	2		>=500m	2	
	31. Proximidades de corpos de água	<200m	0		<200m	0	
	32. Vida útil da área	> 5 anos	0		> 5 anos	0	
	33. Restrições legais ao uso do solo	Não	0		Não	0	
<b>Subtotal 3</b>			2	Máx=4		2	Máx=4

Fonte: Autoria própria.

Quadro 32: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Mantenópolis (Áreas 5, 6 e 7) (continua)

		Mantenópolis - Área 5			Mantenópolis - Área 6			Mantenópolis - Área 7		
TOTAL 2.1		26			26			26		
IQR 2.1		2,6	Condições inadequadas		2,6	Condições inadequadas		2,6	Condições inadequadas	
TOTAL 2.2										
IQR 2.2										
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos
Estrutura de apoio	1. Portaria, balança e vigilância	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	2. Isolamento físico	Sim/Suficiente	2		Sim/Suficiente	2		Sim/Suficiente	2	
	3. Isolamento visual	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	4. Acesso à frente de descargas	Adequado	3		Adequado	3		Adequado	3	
Frente de trabalho	5. Dimensões da frente de trabalho	Adequado	5		Adequado	5		Adequado	5	
	6. Compactação dos resíduos	Inadequado	0		Inadequado	0		Inadequado	0	
	7. Recobrimento dos resíduos	Inadequado	0		Inadequado	0		Inadequado	0	
Taludes e bermas	8. Dimensões e inclinações	Inadequado	0		Inadequado	0		Inadequado	0	
	9. Cobertura de terra	Inadequado	0		Inadequado	0		Inadequado	0	
	10. Proteção vegetal	Inadequado	0		Inadequado	0		Inadequado	0	
	11. Afloramento de chorume	Não/Raros	4		Não/Raros	4		Não/Raros	4	
Superfície superior	12. Nivelamento da superfície	Inadequado	0		Inadequado	0		Inadequado	0	
	13. Homogeneidade da cobertura	Não	0		Não	0		Não	0	
Estrutura de proteção ambiental	14. Impermeabilização do solo <b>Se "Sim", pular item 15</b> <b>Se "Não", preencher item 15</b>	Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0	
	15. Profundidade lençol freático (P) x permeabilidade do solo (K)	Condição inadequada	0		Condição inadequada	0		Condição inadequada	0	
	16. Drenagem de chorume	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	17. Tratamento de chorume	Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0	
	18. Drenagem provisória de águas pluviais	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	19. Drenagem definitiva de águas pluviais	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	20. Drenagem de gases	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	21. Monitoramento de águas subterrâneas	Inexistente	0		Inexistente	0		Inexistente	0	
22. Monitoramento geotécnico	Inexistente	0		Inexistente	0		Inexistente	0		
<b>Subtotal 1</b>			14	Máx=86		14	Máx=86		14	Máx=86

Quadro 32: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Mantenópolis (Áreas 5, 6 e 7) (conclusão)

Item	Sub-item	Mantenópolis - Área 5			Mantenópolis - Área 6			Mantenópolis - Área 7		
		Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos
Outras informações	23. Presença de catadores	Não	2		Não	2		Não	2	
	24. Queima de resíduos	Não	2		Não	2		Não	2	
	25. Ocorrência de moscas e odores	Não	2		Não	2		Não	2	
	26. Presença de aves e animais	Não	2		Não	2		Não	2	
	27. Recebimento de resíduos não autorizados	Não	2		Não	2		Não	2	
	28. Recebimento de resíduos industriais <b>Se "Sim", preencher item 29</b> <b>Se "Não", pular item 29</b>	Não	0		Não	0		Não	0	
	29. Estruturas e procedimentos									
<b>Subtotal 2.1</b>			10	Máx=10		10	Máx=10		10	Máx=10
<b>Subtotal 2.2</b>				Máx=20			Máx=20			Máx=20
Característica da área	30. Proximidades de núcleos habitacionais	>=500m	2		>=500m	2		>=500m	2	
	31. Proximidades de corpos de água	<200m	0		<200m	0		<200m	0	
	32. Vida útil da área	> 5 anos	0		> 5 anos	0		> 5 anos	0	
	33. Restrições legais ao uso do solo	Não	0		Não	0		Não	0	
<b>Subtotal 3</b>			2	Máx=4		2	Máx=4		2	Máx=4

Fonte: Autoria própria.

Quadro 33: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Marechal Floriano (continua)

<b>Marechal Floriano</b>				
<b>TOTAL 2.1</b>		50	Condições inadequadas	
<b>IQR 2.1</b>		5		
<b>TOTAL 2.2</b>				
<b>IQR 2.2</b>				
<b>Item</b>	<b>Sub-item</b>	<b>Avaliação</b>	<b>Peso</b>	<b>Pontos</b>
Estrutura de apoio	1. Portaria, balança e vigilância	Não/Insuficiente	0	
	2. Isolamento físico	Não/Insuficiente	0	
	3. Isolamento visual	Não/Insuficiente	0	
	4. Acesso à frente de descargas	Adequado	3	
Frente de trabalho	5. Dimensões da frente de trabalho	Adequado	5	
	6. Compactação dos resíduos	Inadequado	0	
	7. Recobrimento dos resíduos	Adequado	5	
Taludes e bermas	8. Dimensões e inclinações	Inadequado	0	
	9. Cobertura de terra	Adequado	4	
	10. Proteção vegetal	Inadequado	0	
Superfície superior	11. Afloramento de chorume	Não/Raros	4	
	12. Nivelamento da superfície	Adequado	5	
Estrutura de proteção ambiental	13. Homogeneidade da cobertura	Não	0	
	14. Impermeabilização do solo <b>Se "Sim", pular item 15</b> <b>Se "Não", preencher item 15</b>	Sim/Adequado	10	
	15. Profundidade lençol freático (P) x permeabilidade do solo (K)			
	16. Drenagem de chorume	Não/Insuficiente	0	
	17. Tratamento de chorume	Não/Inadequado	0	
	18. Drenagem provisória de águas pluviais	Não/Insuficiente	0	
	19. Drenagem definitiva de águas pluviais	Não/Insuficiente	0	
	20. Drenagem de gases	Não/Insuficiente	0	
	21. Monitoramento de águas subterrâneas	Inexistente	0	
	22. Monitoramento geotécnico	Inexistente	0	
<b>Subtotal 1</b>			<b>36</b>	<b>Máx=86</b>

Quadro 33: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Marechal Floriano (conclusão)

Item	Sub-item	Marechal Floriano		
		Avaliação	Peso	Pontos
Outras informações	23. Presença de catadores	Não	2	
	24. Queima de resíduos	Não	2	
	25. Ocorrência de moscas e odores	Não	2	
	26. Presença de aves e animais	Não	2	
	27. Recebimento de resíduos não autorizados	Não	2	
	28. Recebimento de resíduos industriais <b>Se "Sim", preencher item 29</b> <b>Se "Não", pular item 29</b>	Não	0	
	29. Estruturas e procedimentos			
<b>Subtotal 2.1</b>			10	Máx=10
<b>Subtotal 2.2</b>				Máx=20
Característica da área	30. Proximidades de núcleos habitacionais	>=500m	2	
	31. Proximidades de corpos de água	>=200m	2	
	32. Vida útil da área	> 5 anos	0	
	33. Restrições legais ao uso do solo	Não	0	
<b>Subtotal 3</b>			4	Máx=4

Fonte: Autoria própria.

Quadro 34: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Mimoso do Sul (continua)

		Mimoso do Sul - Área 1 (Conceição de Muqui)			Mimoso do Sul - Área 2 (Santo Antônio do Muqui)		
<b>TOTAL 2.1</b>		52	Condições inadequadas		52	Condições inadequadas	
<b>IQR 2.1</b>		5,2			5,2		
<b>TOTAL 2.2</b>							
<b>IQR 2.2</b>							
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos
Estrutura de apoio	1. Portaria, balança e vigilância	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	2. Isolamento físico	Sim/Suficiente	2		Sim/Suficiente	2	
	3. Isolamento visual	Sim/Suficiente	2		Sim/Suficiente	2	
	4. Acesso à frente de descargas	Adequado	3		Adequado	3	
Frente de trabalho	5. Dimensões da frente de trabalho	Adequado	5		Adequado	5	
	6. Compactação dos resíduos	Inadequado	0		Inadequado	0	
	7. Recobrimento dos resíduos	Adequado	5		Adequado	5	
Taludes e bermas	8. Dimensões e inclinações	Inadequado	0		Inadequado	0	
	9. Cobertura de terra	Adequado	4		Adequado	4	
	10. Proteção vegetal	Inadequado	0		Inadequado	0	
	11. Afloramento de chorume	Não/Raros	4		Não/Raros	4	
Superfície superior	12. Nivelamento da superfície	Adequado	5		Adequado	5	
	13. Homogeneidade da cobertura	Não	0		Não	0	
Estrutura de proteção ambiental	14. Impermeabilização do solo <b>Se "Sim", pular item 15</b> <b>Se "Não", preencher item 15</b>	Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0	
	15. Profundidade lençol freático (P) x permeabilidade do solo (K)						
	16. Drenagem de chorume	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	17. Tratamento de chorume	Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0	
	18. Drenagem provisória de águas pluviais	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	19. Drenagem definitiva de águas pluviais	Suficiente/Desnecessário	4		Suficiente/Desnecessário	4	
	20. Drenagem de gases	Suficiente/Desnecessário	4		Suficiente/Desnecessário	4	
	21. Monitoramento de águas subterrâneas	Inexistente	0		Inexistente	0	
22. Monitoramento geotécnico	Inexistente	0		Inexistente	0		
<b>Subtotal 1</b>			38	Máx=86	38	Máx=86	

Quadro 34: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Mimoso do Sul (conclusão)

Item	Sub-item	Mimoso do Sul - Área 1 (Conceição de Muqui)			Mimoso do Sul - Área 2 (Santo Antônio do Muqui)		
		Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos
Outras informações	23. Presença de catadores	Não	2		Não	2	
	24. Queima de resíduos	Não	2		Não	2	
	25. Ocorrência de moscas e odores	Não	2		Não	2	
	26. Presença de aves e animais	Não	2		Não	2	
	27. Recebimento de resíduos não autorizados	Não	2		Não	2	
	28. Recebimento de resíduos industriais <b>Se "Sim", preencher item 29</b> <b>Se "Não", pular item 29</b>	Não	0		Não	0	
	29. Estruturas e procedimentos						
<b>Subtotal 2.1</b>			10	Máx=10		10	Máx=10
<b>Subtotal 2.2</b>				Máx=20			Máx=20
Característica da área	30. Proximidades de núcleos habitacionais	>=500m	2		>=500m	2	
	31. Proximidades de corpos de água	>=200m	2		>=200m	2	
	32. Vida útil da área	<=2 anos	0		<=2 anos	0	
	33. Restrições legais ao uso do solo	Não	0		Não	0	
<b>Subtotal 3</b>			4	Máx=4		4	Máx=4

Fonte: Autoria própria.

Quadro 35: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Pancas, Rio Novo do Sul e Santa Maria de Jetibá (continua)

		Pancas			Rio Novo do Sul			Santa Maria de Jetibá		
TOTAL 2.1		22	Condições inadequadas		50	Condições inadequadas		36	Condições inadequadas	
IQR 2.1		2,2			5			3,6		
TOTAL 2.2										
IQR 2.2										
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos
Estrutura de apoio	1. Portaria, balança e vigilância	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	2. Isolamento físico	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		Sim/Suficiente	2	
	3. Isolamento visual	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	4. Acesso à frente de descargas	Adequado	3		Adequado	3		Adequado	3	
Frente de trabalho	5. Dimensões da frente de trabalho	Adequado	5		Adequado	5		Adequado	5	
	6. Compactação dos resíduos	Inadequado	0		Inadequado	0		Inadequado	0	
	7. Recobrimento dos resíduos	Inadequado	0		Adequado	5		Adequado	5	
Taludes e bermas	8. Dimensões e inclinações	Inadequado	0		Adequado	4		Inadequado	0	
	9. Cobertura de terra	Inadequado	0		Adequado	4		Adequado	4	
	10. Proteção vegetal	Inadequado	0		Inadequado	0		Inadequado	0	
	11. Afloramento de chorume	Não/Raros	4		Não/Raros	4		Não/Raros	4	
Superfície superior	12. Nivelamento da superfície	Inadequado	0		Adequado	5		Adequado	5	
	13. Homogeneidade da cobertura	Não	0		Não	0		Não	0	
Estrutura de proteção ambiental	14. Impermeabilização do solo <b>Se "Sim", pular item 15</b> <b>Se "Não", preencher item 15</b>	Não/Inadequado	0		Sim/Adequado	10		Não/Inadequado	0	
	15. Profundidade lençol freático (P) x permeabilidade do solo (K)	Condição inadequada	0		1<=P<=3m, k<10-6 cm/s	2		Condição inadequada	0	
	16. Drenagem de chorume	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	17. Tratamento de chorume	Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0	
	18. Drenagem provisória de águas pluviais	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	19. Drenagem definitiva de águas pluviais	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	20. Drenagem de gases	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	21. Monitoramento de águas subterrâneas	Inexistente	0		Inexistente	0		Inexistente	0	
22. Monitoramento geotécnico	Inexistente	0		Inexistente	0		Inexistente	0		
<b>Subtotal 1</b>			12	Máx=86		42	Máx=86		28	Máx=86

Quadro 35: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Pancas, Rio Novo do Sul e Santa Maria de Jetibá (conclusão)

Item	Sub-item	Pancas			Rio Novo do Sul			Santa Maria de Jetibá		
		Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos
Outras informações	23. Presença de catadores	Não	2		Sim	0		Sim	0	
	24. Queima de resíduos	Não	2		Não	2		Não	2	
	25. Ocorrência de moscas e odores	Não	2		Não	2		Não	2	
	26. Presença de aves e animais	Não	2		Não	2		Não	2	
	27. Recebimento de resíduos não autorizados	Não	2		Não	2		Não	2	
	28. Recebimento de resíduos industriais <b>Se "Sim", preencher item 29</b> <b>Se "Não", pular item 29</b>	Não	0		Não	0		Não	0	
	29. Estruturas e procedimentos									
<b>Subtotal 2.1</b>			10	Máx=10		8	Máx=10		8	Máx=10
<b>Subtotal 2.2</b>				Máx=20			Máx=20			Máx=20
Característica da área	30. Proximidades de núcleos habitacionais	<500m	0		<500m	0		<500m	0	
	31. Proximidades de corpos de água	<200m	0		<200m	0		<200m	0	
	32. Vida útil da área	<=2 anos	0		> 5 anos	0		> 5 anos	0	
	33. Restrições legais ao uso do solo	Não	0		Não	0		Não	0	
<b>Subtotal 3</b>			0	Máx=4		0	Máx=4		0	Máx=4

Fonte: Autoria própria.

Quadro 36: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – São Roque do Canaã (continua)

		São Roque do Canaã - Área 1 (São Bento)			São Roque do Canaã - Área 2 (Córrego Seco)		
<b>TOTAL 2.1</b>		43	Condições inadequadas		43	Condições inadequadas	
<b>IQR 2.1</b>		4,3			4,3		
<b>TOTAL 2.2</b>							
<b>IQR 2.2</b>							
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos
Estrutura de apoio	1. Portaria, balança e vigilância	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	2. Isolamento físico	Sim/Suficiente	2		Não/Insuficiente	0	
	3. Isolamento visual	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	4. Acesso à frente de descargas	Adequado	3		Adequado	3	
Frente de trabalho	5. Dimensões da frente de trabalho	Adequado	5		Adequado	5	
	6. Compactação dos resíduos	Inadequado	0		Inadequado	0	
	7. Recobrimento dos resíduos	Adequado	5		Adequado	5	
Taludes e bermas	8. Dimensões e inclinações	Inadequado	0		Inadequado	0	
	9. Cobertura de terra	Adequado	4		Adequado	4	
	10. Proteção vegetal	Inadequado	0		Inadequado	0	
	11. Afloramento de chorume	Não/Raros	4		Não/Raros	4	
Superfície superior	12. Nivelamento da superfície	Adequado	5		Adequado	5	
	13. Homogeneidade da cobertura	Não	0		Não	0	
Estrutura de proteção ambiental	14. Impermeabilização do solo <b>Se "Sim", pular item 15</b> <b>Se "Não", preencher item 15</b>	Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0	
	15. Profundidade lençol freático (P) x permeabilidade do solo (K)	Condição inadequada	0		Condição inadequada	0	
	16. Drenagem de chorume	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	17. Tratamento de chorume	Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0	
	18. Drenagem provisória de águas pluviais	Suficiente/Desnecessário	3		Suficiente/Desnecessário	3	
	19. Drenagem definitiva de águas pluviais	Suficiente/Desnecessário	4		Suficiente/Desnecessário	4	
	20. Drenagem de gases	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	21. Monitoramento de águas subterrâneas	Inexistente	0		Inexistente	0	
	22. Monitoramento geotécnico	Inexistente	0		Inexistente	0	
<b>Subtotal 1</b>			35	Máx=86		33	Máx=86

Quadro 36: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – São Roque do Canaã (conclusão)

Item	Sub-item	São Roque do Canaã - Área 1 (São Bento)			São Roque do Canaã - Área 2 (Córrego Seco)		
		Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos
Outras informações	23. Presença de catadores	Não	2		Não	2	
	24. Queima de resíduos	Sim	0		Sim	0	
	25. Ocorrência de moscas e odores	Não	2		Não	2	
	26. Presença de aves e animais	Não	2		Não	2	
	27. Recebimento de resíduos não autorizados	Não	2		Não	2	
	28. Recebimento de resíduos industriais <b>Se "Sim", preencher item 29</b> <b>Se "Não", pular item 29</b>	Não	0		Não	0	
	29. Estruturas e procedimentos						
<b>Subtotal 2.1</b>			8	Máx=10			
<b>Subtotal 2.2</b>				Máx=20			
Característica da área	30. Proximidades de núcleos habitacionais	<500m	0		<500m	0	
	31. Proximidades de corpos de água	<200m	0		>=200m	2	
	32. Vida útil da área	> 5 anos	0		> 5 anos	0	
	33. Restrições legais ao uso do solo	Não	0		Não	0	
<b>Subtotal 3</b>			0	Máx=4	2 Máx=4		

Fonte: Autoria própria.

Quadro 37: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Venda Nova do Imigrante (continua)

		Venda Nova do Imigrante - Área 1 (Rodovia Pedro Cola)			Venda Nova do Imigrante - Área 2 (Pindobas)			Venda Nova do Imigrante - Área 3 (São José do Alto Viçosa)		
TOTAL 2.1		54	Condições inadequadas		56	Condições inadequadas		53	Condições inadequadas	
IQR 2.1		5,4			5,6			5,3		
TOTAL 2.2										
IQR 2.2										
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos
Estrutura de apoio	1. Portaria, balança e vigilância	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	2. Isolamento físico	Não/Insuficiente	0		Sim/Suficiente	2		Sim/Suficiente	2	
	3. Isolamento visual	Sim/Suficiente	2		Não/Insuficiente	0		Sim/Suficiente	2	
	4. Acesso à frente de descargas	Adequado	3		Adequado	3		Adequado	3	
Frente de trabalho	5. Dimensões da frente de trabalho	Adequado	5		Adequado	5		Adequado	5	
	6. Compactação dos resíduos	Inadequado	0		Inadequado	0		Inadequado	0	
	7. Recobrimento dos resíduos	Adequado	5		Adequado	5		Adequado	5	
Taludes e bermas	8. Dimensões e inclinações	Inadequado	0		Inadequado	0		Inadequado	0	
	9. Cobertura de terra	Adequado	4		Adequado	4		Adequado	4	
	10. Proteção vegetal	Adequado	3		Inadequado	0		Inadequado	0	
Superfície superior	11. Afloramento de chorume	Não/Raros	4		Não/Raros	4		Sim/Numerosos	0	
	12. Nivelamento da superfície	Adequado	5		Adequado	5		Adequado	5	
	13. Homogeneidade da cobertura	Não	0		Sim	5		Sim	5	
Estrutura de proteção ambiental	14. Impermeabilização do solo <b>Se "Sim", pular item 15</b> <b>Se "Não", preencher item 15</b>	Sim/Adequado	10		Sim/Adequado	10		Sim/Adequado	10	
	15. Profundidade lençol freático (P) x permeabilidade do solo (K)									
	16. Drenagem de chorume	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	17. Tratamento de chorume	Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0		Não/Inadequado	0	
	18. Drenagem provisória de águas pluviais	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	19. Drenagem definitiva de águas pluviais	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	20. Drenagem de gases	Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0		Não/Insuficiente	0	
	21. Monitoramento de águas subterrâneas	Inexistente	0		Inexistente	0		Inexistente	0	
22. Monitoramento geotécnico	Inadequado/Insuficiente	1		Inadequado/Insuficiente	1		Inexistente	0		
<b>Subtotal 1</b>			42	Máx=86		44	Máx=86	41	Máx=86	

Quadro 37: Classificação das Áreas Degradadas pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos – Venda Nova do Imigrante (conclusão)

Item	Sub-item	Venda Nova do Imigrante - Área 1 (Rodovia Pedro Cola)			Venda Nova do Imigrante - Área 2 (Pindobas)			Venda Nova do Imigrante - Área 3 (São José do Alto Viçosa)		
		Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos	Avaliação	Peso	Pontos
Outras informações	23. Presença de catadores	Não	2		Não	2		Não	2	
	24. Queima de resíduos	Não	2		Não	2		Não	2	
	25. Ocorrência de moscas e odores	Não	2		Não	2		Não	2	
	26. Presença de aves e animais	Não	2		Não	2		Não	2	
	27. Recebimento de resíduos não autorizados	Não	2		Não	2		Não	2	
	28. Recebimento de resíduos industriais <b>Se "Sim", preencher item 29</b> <b>Se "Não", pular item 29</b>	Não	0		Não	0		Não	0	
	29. Estruturas e procedimentos									
<b>Subtotal 2.1</b>			10	Máx=10		10	Máx=10		10	Máx=10
<b>Subtotal 2.2</b>				Máx=20			Máx=20			Máx=20
Característica da área	30. Proximidades de núcleos habitacionais	<500m	0		<500m	0		<500m	0	
	31. Proximidades de corpos de água	>=200m	2		>=200m	2		>=200m	2	
	32. Vida útil da área	2<x<=5 anos	0		<=2 anos	0		2<x<=5 anos	0	
	33. Restrições legais ao uso do solo	Não	0		Não	0		Não	0	
<b>Subtotal 3</b>			2	Máx=4		2	Máx=4		2	Máx=4

Fonte: Autoria própria.

## APÊNDICE C1 – AGRUPAMENTO DE CARACTÉRISTICAS COMUNS DE ADDIRSU

Quadro 38: Agrupamento de características comuns das ADDIRSU para apontamento das médias dentre os subtotais (continua)

Item	Sub-item	Avaliação	Peso		
Estrutura de apoio	1. Portaria, Monitoramento e vigilância	Sim/Suficiente	2	0	0%
		Não/Insuficiente	0	32	100%
	2. Isolamento físico	Sim/Suficiente	2	22	69%
		Não/Insuficiente	0	10	31%
	3. Isolamento visual	Sim/Suficiente	2	10	31%
		Não/Insuficiente	0	22	69%
4. Acesso à frente de descargas	Adequado	3	32	100%	
	Inadequado	0	0	0%	
Frente de trabalho	5. Dimensões da frente de trabalho	Adequado	5	32	100%
		Inadequado	0	0	0%
	6. Compactação dos resíduos	Adequado	5	0	0%
		Inadequado	0	32	100%
7. Recobrimento dos resíduos	Adequado	5	24	75%	
	Inadequado	0	8	25%	
Taludes e bermas	8. Dimensões e inclinações	Adequado	4	1	3%
		Inadequado	0	31	97%
	9. Cobertura de terra	Adequado	4	24	75%
		Inadequado	0	8	25%
	10. Proteção vegetal	Adequado	3	1	3%
		Inadequado	0	31	97%
11. Afloramento de lixiviado de aterro sanitário	Não/Raros	4	31	97%	
	Sim/Numerosos	0	1	3%	
Superfície superior	12. Nivelamento da superfície	Adequado	5	24	75%
		Inadequado	0	8	25%
	13. Homogeneidade da cobertura	Sim	5	2	6%
Não		0	30	94%	
Estrutura de proteção ambiental	14. Impermeabilização do solo	Sim/Adequado	10	8	25%
		Não/Inadequado	0	24	75%
	15. Profundidade lençol freático (P) x permeabilidade do solo (K)	P>3m, k<10-6 cm/s	4	2	6%
		1<=P<=3m, k<10-6 cm/s	2	1	3%
		Condição inadequada	0	20	63%
	16. Drenagem de lixiviado de aterro sanitário	Sim/Suficiente	4	0	0%
		Não/Insuficiente	0	32	100%
	17. Tratamento de lixiviado de aterro sanitário	Sim/Adequado	4	0	0%
		Não/Inadequado	0	32	100%
	18. Drenagem provisória de águas pluviais	Suficiente/Desnecessário	3	5	16%
		Não/Insuficiente	0	27	84%
	19. Drenagem definitiva de águas pluviais	Suficiente/Desnecessário	4	10	31%
		Não/Insuficiente	0	22	69%
	20. Drenagem de gases	Suficiente/Desnecessário	4	11	34%
Não/Insuficiente		0	21	66%	
21. Monitoramento de águas subterrâneas	Adequado	4	0	0%	
	Inadequado/Insuficiente	1	0	0%	
	Inexistente	0	32	100%	
22. Monitoramento geotécnico	Adequado/Desnecessário	4	0	0%	
	Inadequado/Insuficiente	1	2	6%	
	Inexistente	0	30	94%	
Subtotal 1			Valor máximo: 86		30,875

Quadro 38: Agrupamento de características comuns das ADDIRSU para apontamento das médias dentre os subtotais (conclusão)

Item	Sub-item	Avaliação	Peso			
Outras informações	23. Presença de catadores	Não	2	29	91%	
		Sim	0	3	9%	
	24. Queima de resíduos	Não	2	30	94%	
		Sim	0	2	6%	
	25. Ocorrência de moscas e odores	Não	2	31	97%	
		Sim	0	1	3%	
	26. Presença de aves e animais	Não	2	31	97%	
		Sim	0	1	3%	
	27. Recebimento de resíduos não autorizados	Não	2	32	100%	
		Sim	0	0	0%	
	28. Recebimento de resíduos industriais	Sim		0	0%	
		Não		32	100%	
29. Estruturas e procedimentos	Suficiente/Adequado	10	0	0%		
	Insuficiente/Inadequado	0	0	0%		
Subtotal 2.1			Valor máximo: 10		9,5625	
Subtotal 2.2			Valor máximo: 20			
Característica da área	30. Proximidades de núcleos habitacionais	>=500m	2	0	0%	
		<500m	0	32	100%	
	31. Proximidades de corpos de água	>=200m	2	0	0%	
		<200m	0	32	100%	
	32. Vida útil da área	<=2 anos		9	28%	
		2<x<=5 anos		3	9%	
		> 5 anos		20	63%	
	33. Restrições legais ao uso do solo	Sim		0	0%	
Não			32	100%		
Subtotal 3			Valor máximo: 4		2,0625	

Fonte: Autoria própria.

## APÊNDICE C2 – AGRUPAMENTO DE CARACTÉRISTICAS COMUNS DE ADDIRSU de 0 a 3

Quadro 39: Agrupamento das ADDIRSU e dos critérios de avaliação entre as faixas de IQR entre 0 a 3 (continua)

Item	Sub-item	Avaliação	Peso		
Estrutura de apoio	1. Portaria, Monitoramento e vigilância	Sim/Suficiente	2	0	0%
		Não/Insuficiente	0	8	100%
	2. Isolamento físico	Sim/Suficiente	2	7	88%
		Não/Insuficiente	0	1	13%
	3. Isolamento visual	Sim/Suficiente	2	0	0%
		Não/Insuficiente	0	8	100%
4. Acesso à frente de descargas	Adequado	3	8	100%	
	Inadequado	0	0	0%	
Frente de trabalho	5. Dimensões da frente de trabalho	Adequado	5	8	100%
		Inadequado	0	0	0%
	6. Compactação dos resíduos	Adequado	5	0	0%
		Inadequado	0	8	100%
7. Recobrimento dos resíduos	Adequado	5	0	0%	
	Inadequado	0	8	100%	
Taludes e bermas	8. Dimensões e inclinações	Adequado	4	0	0%
		Inadequado	0	8	100%
	9. Cobertura de terra	Adequado	4	0	0%
		Inadequado	0	8	100%
	10. Proteção vegetal	Adequado	3	0	0%
		Inadequado	0	8	100%
11. Afloramento de lixiviado de aterro sanitário	Não/Raros	4	8	100%	
	Sim/Numerosos	0	0	0%	
Superfície superior	12. Nivelamento da superfície	Adequado	5	0	0%
		Inadequado	0	8	100%
	13. Homogeneidade da cobertura	Sim	5	0	0%
Não		0	8	100%	
Estrutura de proteção ambiental	14. Impermeabilização do solo	Sim/Adequado	10	0	0%
		Não/Inadequado	0	8	100%
	15. Profundidade lençol freático (P) x permeabilidade do solo (K)	P>3m, k<10-6 cm/s	4	0	0%
		1<=P<=3m, k<10-6 cm/s	2	0	0%
	16. Drenagem de lixiviado de aterro sanitário	Condição inadequada	0	8	100%
		Sim/Suficiente	4	0	0%
	17. Tratamento de lixiviado de aterro sanitário	Não/Insuficiente	0	8	100%
		Sim/Adequado	4	0	0%
	18. Drenagem provisória de águas pluviais	Não/Inadequado	0	8	100%
		Suficiente/Desnecessário	3	0	0%
	19. Drenagem definitiva de águas pluviais	Não/Insuficiente	0	8	100%
		Suficiente/Desnecessário	4	0	0%
	20. Drenagem de gases	Suficiente/Desnecessário	4	0	0%
		Não/Insuficiente	0	8	100%
21. Monitoramento de águas subterrâneas	Adequado	4	0	0%	
	Inadequado/Insuficiente	1	0	0%	
	Inexistente	0	8	100%	
22. Monitoramento geotécnico	Adequado/Desnecessário	4	0	0%	
	Inadequado/Insuficiente	1	0	0%	
	Inexistente	0	8	100%	
Subtotal 1			Valor máximo: 86		13,75

Quadro 39: Agrupamento das ADDIRSU e dos critérios de avaliação entre as faixas de IQR entre 0 a 3 (conclusão)

Item	Sub-item	Avaliação	Peso			
Outras informações	23. Presença de catadores	Não	2	8	100%	
		Sim	0	0	0%	
	24. Queima de resíduos	Não	2	8	100%	
		Sim	0	0	0%	
	25. Ocorrência de moscas e odores	Não	2	8	100%	
		Sim	0	0	0%	
	26. Presença de aves e animais	Não	2	8	100%	
		Sim	0	0	0%	
	27. Recebimento de resíduos não autorizados	Não	2	8	100%	
		Sim	0	0	0%	
28. Recebimento de resíduos industriais	Sim			0	0%	
	Não			8	100%	
29. Estruturas e procedimentos	Suficiente/Adequado	10	0	0%		
	Insuficiente/Inadequado	0	0	0%		
Subtotal 2.1			Valor máximo: 10			
Subtotal 2.2			Valor máximo: 20			
Característica da área	30. Proximidades de núcleos habitacionais	>=500m	2	7	88%	
		<500m	0	1	13%	
	31. Proximidades de corpos de água	>=200m	2	0	0%	
		<200m	0	8	100%	
	32. Vida útil da área	<=2 anos			1	13%
		2<x<=5 anos			0	0%
		> 5 anos			7	88%
	33. Restrições legais ao uso do solo	Sim			0	0%
Não				8	100%	
Subtotal 3			Valor máximo: 4			

Fonte: Autoria própria

### APÊNDICE C3 – AGRUPAMENTO DE CARACTÉRISTICAS COMUNS DE ADDIRSU de 3 a 5

Quadro 40: Agrupamento das ADDIRSU e dos critérios de avaliação entre as faixas de IQR entre 3 a 5 (continua).

Item	Sub-item	Avaliação	Peso		
Estrutura de apoio	1. Portaria, Monitoramento e vigilância	Sim/Suficiente	2	0	0%
		Não/Insuficiente	0	14	100%
	2. Isolamento físico	Sim/Suficiente	2	6	43%
		Não/Insuficiente	0	8	57%
	3. Isolamento visual	Sim/Suficiente	2	3	21%
		Não/Insuficiente	0	11	79%
4. Acesso à frente de descargas	Adequado	3	14	100%	
	Inadequado	0	0	0%	
Frente de trabalho	5. Dimensões da frente de trabalho	Adequado	5	14	100%
		Inadequado	0	0	0%
	6. Compactação dos resíduos	Adequado	5	0	0%
		Inadequado	0	14	100%
7. Recobrimento dos resíduos	Adequado	5	14	100%	
	Inadequado	0	0	0%	
Taludes e bermas	8. Dimensões e inclinações	Adequado	4	1	7%
		Inadequado	0	13	93%
	9. Cobertura de terra	Adequado	4	14	100%
		Inadequado	0	0	0%
	10. Proteção vegetal	Adequado	3	0	0%
		Inadequado	0	14	100%
11. Afloramento de lixiviado de aterro sanitário	Não/Raros	4	14	100%	
	Sim/Numerosos	0	0	0%	
Superfície superior	12. Nivelamento da superfície	Adequado	5	14	100%
		Inadequado	0	0	0%
	13. Homogeneidade da cobertura	Sim	5	0	0%
Não		0	14	100%	
Estrutura de proteção ambiental	14. Impermeabilização do solo	Sim/Adequado	10	2	14%
		Não/Inadequado	0	12	86%
	15. Profundidade lençol freático (P) x permeabilidade do solo (K)	P>3m, k<10-6 cm/s	4	1	7%
		1<=P<=3m, k<10-6 cm/s	2	1	7%
		Condição inadequada	0	11	79%
	16. Drenagem de lixiviado de aterro sanitário	Sim/Suficiente	4	0	0%
		Não/Insuficiente	0	14	175%
	17. Tratamento de lixiviado de aterro sanitário	Sim/Adequado	4	0	0%
		Não/Inadequado	0	14	100%
	18. Drenagem provisória de águas pluviais	Suficiente/Desnecessário	3	3	21%
		Não/Insuficiente	0	11	79%
	19. Drenagem definitiva de águas pluviais	Suficiente/Desnecessário	4	7	50%
		Não/Insuficiente	0	7	50%
	20. Drenagem de gases	Suficiente/Desnecessário	4	6	43%
		Não/Insuficiente	0	8	57%
	21. Monitoramento de águas subterrâneas	Adequado	4	0	0%
Inadequado/Insuficiente		1	0	0%	
Inexistente		0	14	100%	
22. Monitoramento geotécnico	Adequado/Desnecessário	4	0	0%	
	Inadequado/Insuficiente	1	0	0%	
	Inexistente	0	14	100%	
Subtotal 1			Valor máximo: 86		33,78571

Quadro 40: Agrupamento das ADDIRSU e dos critérios de avaliação entre as faixas de IQR entre 3 a 5 (conclusão).

Item	Sub-item	Avaliação	Peso		
Outras informações	23. Presença de catadores	Não	2	11	79%
		Sim	0	3	21%
	24. Queima de resíduos	Não	2	12	86%
		Sim	0	2	14%
	25. Ocorrência de moscas e odores	Não	2	13	93%
		Sim	0	1	7%
	26. Presença de aves e animais	Não	2	13	93%
		Sim	0	1	7%
	27. Recebimento de resíduos não autorizados	Não	2	14	100%
		Sim	0	0	0%
	28. Recebimento de resíduos industriais	Sim		0	0%
		Não		14	100%
29. Estruturas e procedimentos	Suficiente/Adequado	10	0	0%	
	Insuficiente/Inadequado	0	0	0%	
Subtotal 2.1			Valor máximo: 10		9,066667
Subtotal 2.2			Valor máximo: 20		
Característica da área	30. Proximidades de núcleos habitacionais	$\geq 500m$	2	3	21%
		$< 500m$	0	11	79%
	31. Proximidades de corpos de água	$\geq 200m$	2	6	43%
		$< 200m$	0	8	57%
	32. Vida útil da área	$\leq 2$ anos		5	36%
		$2 < x \leq 5$ anos		0	0%
		$> 5$ anos		9	64%
33. Restrições legais ao uso do solo	Sim		0	0%	
	Não		14	100%	
Subtotal 3			Valor máximo: 4		1,2

Fonte: Autoria própria.

## APÊNDICE C4 – AGRUPAMENTO DE CARACTÉRISTICAS COMUNS DE ADDIRSU de 5 a 7

Quadro 41: Agrupamento das ADDIRSU e dos critérios de avaliação entre as faixas de IQR entre 5 a 7 (continua).

Item	Sub-item	Avaliação	Peso		
Estrutura de apoio	1. Portaria, Monitoramento e vigilância	Sim/Suficiente	2	0	0%
		Não/Insuficiente	0	10	100%
	2. Isolamento físico	Sim/Suficiente	2	9	90%
		Não/Insuficiente	0	1	10%
	3. Isolamento visual	Sim/Suficiente	2	7	70%
		Não/Insuficiente	0	3	30%
4. Acesso à frente de descargas	Adequado	3	10	100%	
	Inadequado	0	0	0%	
Frente de trabalho	5. Dimensões da frente de trabalho	Adequado	5	10	100%
		Inadequado	0	0	0%
	6. Compactação dos resíduos	Adequado	5	0	0%
		Inadequado	0	10	100%
	7. Recobrimento dos resíduos	Adequado	5	10	100%
		Inadequado	0	0	0%
Taludes e bermas	8. Dimensões e inclinações	Adequado	4	0	0%
		Inadequado	0	10	100%
	9. Cobertura de terra	Adequado	4	10	100%
		Inadequado	0	0	0%
	10. Proteção vegetal	Adequado	3	1	10%
		Inadequado	0	9	90%
11. Afloramento de lixiviado de aterro sanitário	Não/Raros	4	9	90%	
	Sim/Numerosos	0	1	10%	
Superfície superior	12. Nivelamento da superfície	Adequado	5	10	100%
		Inadequado	0	0	0%
	13. Homogeneidade da cobertura	Sim	5	2	20%
		Não	0	8	80%
Estrutura de proteção ambiental	14. Impermeabilização do solo	Sim/Adequado	10	6	60%
		Não/Inadequado	0	4	40%
	15. Profundidade lençol freático (P) x permeabilidade do solo (K)	P>3m, k<10-6 cm/s	4	1	10%
		1<=P<=3m, k<10-6 cm/s	2	0	0%
		Condição inadequada	0	1	10%
	16. Drenagem de lixiviado de aterro sanitário	Sim/Suficiente	4	0	0%
		Não/Insuficiente	0	10	100%
	17. Tratamento de lixiviado de aterro sanitário	Sim/Adequado	4	0	0%
		Não/Inadequado	0	10	100%
	18. Drenagem provisória de águas pluviais	Suficiente/Desnecessário	3	2	20%
		Não/Insuficiente	0	8	80%
	19. Drenagem definitiva de águas pluviais	Suficiente/Desnecessário	4	3	30%
		Não/Insuficiente	0	7	70%
	20. Drenagem de gases	Suficiente/Desnecessário	4	5	50%
		Não/Insuficiente	0	5	50%
	21. Monitoramento de águas subterrâneas	Adequado	4	0	0%
Inadequado/Insuficiente		1	0	0%	
Inexistente		0	10	100%	
22. Monitoramento geotécnico	Adequado/Desnecessário	4	0	0%	
	Inadequado/Insuficiente	1	2	20%	
	Inexistente	0	8	80%	
Subtotal 1			Valor máximo: 86		40,5

Quadro 41: Agrupamento das ADDIRSU e dos critérios de avaliação entre as faixas de IQR entre 5 a 7 (conclusão).

Item	Sub-item	Avaliação	Peso				
Outras informações	23. Presença de catadores	Não	2	10	100%		
		Sim	0	0	0%		
	24. Queima de resíduos	Não	2	10	100%		
		Sim	0	0	0%		
	25. Ocorrência de moscas e odores	Não	2	10	100%		
		Sim	0	0	0%		
	26. Presença de aves e animais	Não	2	10	100%		
		Sim	0	0	0%		
	27. Recebimento de resíduos não autorizados	Não	2	10	100%		
		Sim	0	0	0%		
28. Recebimento de resíduos industriais	Sim			0	0%		
	Não			10	100%		
29. Estruturas e procedimentos	Suficiente/Adequado	10		0	0%		
	Insuficiente/Inadequado	0		0	0%		
Subtotal 2.1			Valor máximo: 10		10		
Subtotal 2.2			Valor máximo: 20				
Característica da área	30. Proximidades de núcleos habitacionais	$\geq 500m$	2	7	70%		
		$< 500m$	0	3	30%		
	31. Proximidades de corpos de água	$\geq 200m$	2	10	100%		
		$< 200m$	0	0	0%		
	32. Vida útil da área	$\leq 2$ anos			3	30%	
		$2 < x \leq 5$ anos			3	30%	
		$> 5$ anos			4	40%	
33. Restrições legais ao uso do solo	Sim			0	0%		
	Não			10	100%		
Subtotal 3			Valor máximo: 4		3,4		

Fonte: Autoria própria

## ANEXO A – QUESTIONÁRIO APLICADO NAS PREFEITURAS MUNICIPAIS PARA CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS PELA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

1. Nome da Secretaria Municipal responsável pela gestão das áreas degradadas:  
2.

3. O município possui Termo de Compromisso Ambiental (TCA) assinado com o Ministério Público?

Sim  Não  Não soube informar

4. O município possui outras áreas degradadas por resíduos além das especificadas no TCA?

Sim  Não  Não soube informar

5. Se sim, identificar a área:

Preencher a TABELA 1 para cada área degradada

Nome de área:							
Atividade realizada na área: <input type="checkbox"/> Aterro Controlado <input type="checkbox"/> "lixão" <input type="checkbox"/> Transbordo <input type="checkbox"/> Bota-fora de RCC ou Resíduos Poda <input type="checkbox"/> Triagem de Resíduos <input type="checkbox"/> Outro: _____							
Localização:							
A área está identificada no TCA? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não							
Coordenadas em UTM (Preencher com todas as coordenadas disponíveis de forma a compor o polígono da área)							
Latitude (X)	Longitude (Y)	Latitude (X)	Longitude (Y)	Latitude (X)	Longitude (Y)	Latitude (X)	Longitude (Y)
Tipo de resíduo ou rejeito: <input type="checkbox"/> RSU <input type="checkbox"/> RSPS <input type="checkbox"/> RCC <input type="checkbox"/> RSS <input type="checkbox"/> RST <input type="checkbox"/> RM <input type="checkbox"/> RI <input type="checkbox"/> RAA							
<b>Localização das Áreas de Disposição Inadequada de Resíduos ou Rejeitos</b>	Presença de catadores: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não						
	Situação de uso: <input type="checkbox"/> Desativado <input type="checkbox"/> Em recuperação <input type="checkbox"/> Em operação <input type="checkbox"/> Recuperado						

	Tempo de utilização: <input type="checkbox"/> Menos de 10 anos <input type="checkbox"/> Entre 20 e 30 anos <input type="checkbox"/> Entre 10 e 20 anos <input type="checkbox"/> Mais de 30 anos
	Usuário da área de disposição: <input type="checkbox"/> Comunidade <input type="checkbox"/> Empresa(s) <input type="checkbox"/> Prefeitura <input type="checkbox"/> Outros
<b>Uso e Cobertura do Solo</b>	Áreas de Preservação Permanente: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Áreas destinadas à atividade industrial: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Áreas de ocupação urbana: <input type="checkbox"/> Cidades <input type="checkbox"/> Núcleos populacionais tradicionais <input type="checkbox"/> Vilas <input type="checkbox"/> Não existem
	Faixas de domínio de estradas: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Se sim, qual:
	Faixas de domínio de rede elétrica: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Faixas de domínio de rodovias: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Se sim, qual:
	Faixas de domínio vias de acesso: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Se sim, qual:
<b>Pontos de Captação de Água</b>	Caracterização do ponto (confirmar em campo): <input type="checkbox"/> Captação de água em corpo hídrico <input type="checkbox"/> Poço artesiano <input type="checkbox"/> Poço de monitoramento de lençol freático

Fonte: Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Espírito Santo (2019).

## ANEXO B – DIAGNÓSTICO SOBRE ÁREAS DEGRADADAS POR RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO.

Quadro 42: Informações tabuladas para análise e diagnóstico sobre ADDIRSU no estado do Espírito Santo (continua)

Município	Local	X	Y	Atividade	Tipo de resíduo ou rejeito	Presença de catadores	Situação	Tempo de utilização	Usuário da área	APP	Faixas de domínio de rodovias	Ponto de captação de água
Afonso Cláudio	Floresta	276341	7778651	“lixão” desativado	RSU, RSS	Não	Em recuperação	Entre 10 e 20 anos	Prefeitura	Sim	Sim	-
Água Doce do Norte	Santa Luzia do Azul	276159	7963058	“lixão” desativado	RSU	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Água Doce do Norte	Santa Luzia do Azul	276159	7963058	“lixão” desativado	RSU	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Água Doce do Norte	Sede - Rio Preto	290638	7949022	“lixão” desativado	RSU	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Águia Branca	Sede	317787	7899952	Área de transbordo	RSU	Não	Em operação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Águia Branca	Vila Águas Claras	308227	7909867	“lixão” desativado	RSU	Não	Desativado	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Não	Captação de água em corpo hídrico
Águia Branca	Córrego das Palmeiras	314400	7899217	“lixão” desativado	RSU	Não	Desativado	Menos de 10 anos	Empresa(s)	Sim	Sim	-
Águia Branca	Córrego de café/ Antigo “lixão”	315435	7907042	“lixão” desativado	RSU	Não	Em recuperação	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Sim	Poço artesiano e corpo hídrico
Águia Branca	às margens da Rodovia do Café, km 81	316947	790066	“lixão” desativado	RSU	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Poço artesiano
Águia Branca	Córrego São João	316640	7905701	“lixão” desativado	RSU, RSS, RLRO	Não	Em recuperação	Entre 10 e 20 anos	Comunidade	Sim	Não	-

Quadro 42: Informações tabuladas para análise e diagnóstico sobre ADDIRSU no estado do Espírito Santo (continuação)

Município	Local	X	Y	Atividade	Tipo de resíduo ou rejeito	Presença de catadores	Situação	Tempo de utilização	Usuário da área	APP	Faixas de domínio de rodovias	Ponto de captação de água
Alegre	São João do Norte	238574	7711817	“lixão” Desativado	RSU	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico
Alegre	Café	232648	7690085	“lixão” desativado	RSU	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico
Alegre	Café	232742	7690568	“lixão” desativado	RSU	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico
Alegre	Café	232742	7690568	“lixão” desativado	RSU	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico
Alegre	Sede	237345	7702702	“lixão” desativado	RSU	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico
Alegre	São João do Norte	243981	7709867	“lixão” desativado	RSU	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Não	Captação de água em corpo hídrico
Alegre	Araraí	233736	7721294	“lixão” desativado	RSU, RCC	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico
Alfredo Chaves	Jacutinga	319918	7716818	“lixão” desativado	RSU	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Não	-
Alto Rio Novo	Fazenda Santa Bárbara	288034	7890577	Área de transbordo	RSU	Não	Em operação	Não informado	Comunidade	Sim	Sim	-
Alto Rio Novo	Bairro Padre Pedro - Parque de	287314	7891172	Área de transbordo	RSU, RCC	Não informado	Em recuperação	Não informado	Comunidade	Sim	Sim	-

Quadro 42: Informações tabuladas para análise e diagnóstico sobre ADDIRSU no estado do Espírito Santo (continuação)

Município	Local	X	Y	Atividade	Tipo de resíduo ou rejeito	Presença de catadores	Situação	Tempo de utilização	Usuário da área	APP	Faixas de domínio de rodovias	Ponto de captação de água
	Exposição - Vaquejada											
Alto Rio Novo	Rodovia ES 164	289707	7889889	"lixão" desativado	RSU	Não	Em recuperação	Não informado	Comunidade	Sim	Sim	-
Anchieta	Boa Vista	323235	7697752	"lixão" desativado	RSU	Não	Em recuperação	Menos de 10 anos	Comunidade	Sim	Sim	-
Anchieta	Aparecidinha - Anchieta / Piúma / Iconha / Alfredo Chaves	319063	7698648	"lixão" desativado	RSU	Não	Em recuperação	Não informado	Comunidade	Sim	Sim	-
Anchieta	Nova Jerusalém	329555	7699926	"lixão" desativado	RSU	Não	Em recuperação	Menos de 10 anos	Comunidade	Sim	Sim	-
Apiacá	Tatão	231683	7660178	"lixão" desativado	RSU	Sim	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Apiacá	Bonsucesso	234897	7678024	"lixão" desativado	RSU, RCC	Sim	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Apiacá	Alfredo Moreira	232454	7661035	"lixão" desativado	RSU	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Apiacá	Alarcom	233419	7655944	"lixão" desativado	RSU	Não	Não informado	Não informado	Prefeitura	Sim	Não	-
Atílio Vivacqua	Deserto Feliz	273381	7681176	"lixão" desativado	RSU	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Poço artesiano
Atílio Vivacqua	Rodovia ES-289, Km 10 - Oriente	276797	7675860	"lixão" desativado	RSU	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Poço artesiano
Atílio Vivacqua	Vila Nova	270598	7685621	"lixão" desativado	RSU	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Poço artesiano
Baixo Guandu	Rodovia Marcos Antônio	290801	7839673	Aterro controlado	RSU, RCC	Sim	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-

Quadro 42: Informações tabuladas para análise e diagnóstico sobre ADDIRSU no estado do Espírito Santo (continuação)

Município	Local	X	Y	Atividade	Tipo de resíduo ou rejeito	Presença de catadores	Situação	Tempo de utilização	Usuário da área	APP	Faixas de domínio de rodovias	Ponto de captação de água
	Zopelari -ES - 446/Km 8 - VALPARAISO											
Barra de São Francisco	Nova Barra / Vaquejada	299525	7923075	“lixão” ativo	RSU, RCC	Não	Em operação	Mais de 30 anos	Prefeitura	Sim	Sim	-
Boa Esperança	Córrego Jacó Puro - Comunidade Agua Boa I	362103	7950889	“lixão” ativo	RSU, RCC	Sim	Em operação	Não informado	Prefeitura	Sim	Não	Captação de água em corpo hídrico
Boa Esperança	Estrada Córrego do Cruzeiro	370035	7950684	“lixão” desativado	RSU, RCC	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Não	Captação de água em corpo hídrico
Bom Jesus do Norte	KM 05 - ES 297	225248	7660635	“lixão” desativado	RSU, RCC	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Brejetuba	Córrego Alto Vargem Grande	257272	7760625	Área de transbordo	RSU	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Brejetuba	Córrego Alto Vargem Grande	257258	7760663	Área de transbordo	RSU	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Brejetuba	ES 246, KM 05 - Córrego Marapé X Córrego São José	257947	7766587	“lixão” desativado	RSU, RSS	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Não	Captação de água em corpo hídrico
Cachoeiro de Itapemirim	Coronel Borges - Córrego sem nome - afluente do córrego Urtiga	282948	7692389	“lixão” desativado	RSU, RSS, RCC e resíduos perigosos	Não	Desativado	Mais de 30 anos	Prefeitura	Sim	Sim	-

Quadro 42: Informações tabuladas para análise e diagnóstico sobre ADDIRSU no estado do Espírito Santo (continuação)

Município	Local	X	Y	Atividade	Tipo de resíduo ou rejeito	Presença de catadores	Situação	Tempo de utilização	Usuário da área	APP	Faixas de domínio de rodovias	Ponto de captação de água
Castelo	Cava Roxa	271297	7718055	"lixão" desativado	RSU	Não	Desativado	Entre 20 e 30 anos	Prefeitura	Sim	Sim	-
Colatina	Bairro Maria das Graças	329084	7841546	"lixão" desativado	RSU	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Poço de monitoramento de lençol freático
Conceição da Barra	ES 421-Rodovia Adolpho serra, Km 11	416063	7946051	"lixão" ativo	RSU, RCC	Não	Em operação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Conceição da Barra	Fiona - Rio Preto	424973	7961972	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não	Desativado	Não informado	Empresa(s)	Sim	Sim	-
Conceição da Barra	ES 421-Rodovia Adolpho serra, Km 11	416940	7946913	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Não possui
Conceição do Castelo	Campo Verde	264568	7745820	Área de transbordo	RSU	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Conceição do Castelo	Pinga Fogo - Mata Fria	268210	7754471	"lixão" desativado	RSU	Não	Em recuperação	Entre 10 e 20 anos	Prefeitura	Sim	Sim	-
Conceição do Castelo	Pindobas 4	260117	7757540	"lixão" desativado	RSU	Não	Recuperado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico
Divino de São Lourenço	Córrego do Paiol	220803	7717699	Aterro controlado	RSU	Não informado	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Domingos Martins	Garagem da prefeitura	326827	7748143	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Não	-
Dores do Rio Preto	Sítio Cachoeira Alegre - ES 482	203698	7706026	Aterro controlado	RSU, RSS	Não	Desativado	Entre 10 e 20 anos	Prefeitura	Sim	Sim	Poço artesiano e corpo hídrico

Quadro 42: Informações tabuladas para análise e diagnóstico sobre ADDIRSU no estado do Espírito Santo (continuação)

Município	Local	X	Y	Atividade	Tipo de resíduo ou rejeito	Presença de catadores	Situação	Tempo de utilização	Usuário da área	APP	Faixas de domínio de rodovias	Ponto de captação de água
Dores do Rio Preto	Sítio Bela Flor - ES 482	204674	7707656	"lixão" desativado	RSU, RSS	Não	Desativado	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Sim	Poço artesiano e corpo hídrico
Ecoporanga	Código da Ferrugem	307671	7970224	"lixão" ativo	RSU, RCC, RSS, REE e Pneus	Sim	Em operação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico
Ecoporanga	Santa Luzia do Norte	330117	7986117	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não informado	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Ecoporanga	Cotaxé	318410	7988228	"lixão" desativado	RSU	Não informado	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Ecoporanga	Prata dos Baianos	287670	7972009	"lixão" desativado	RSU	Não informado	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Fundão	Timbuí	352591	7786407	"lixão" desativado	RSU	Não	Desativado	Entre 10 e 20 anos	Prefeitura	Sim	Sim	-
Governador Lindenberg	Rodovia ES - 245	345727	7870449	Área de transbordo	RSU	Não informado	Em operação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Governador Lindenberg	Rodovia ES - 245	345740	7870346	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Guaçuí	ES 482	215642	7697912	Aterro controlado	RSU, RCC, RSS	Não informado	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Guaçuí	ES 484	218870	7693654	"lixão" desativado	RSU, RCC, RSS	Não informado	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Guaçuí	Celina - Alegre- ES 482	227025	7700039	"lixão" desativado	RSU, RCC, RSS	Não informado	Desativado	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Sim	-
Guaçuí	ES 482	217761	7696801	"lixão" desativado	RSU, RCC, RSS	Não informado	Desativado	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Sim	-
Guarapari	Tartaruga	344060	7716962	"lixão" desativado	RSU, RCC, RSS	Não informado	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Guarapari	Jabaraí	344681	7718206	"lixão" desativado	RSU	Não	Recuperado	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água

Quadro 42: Informações tabuladas para análise e diagnóstico sobre ADDIRSU no estado do Espírito Santo (continuação)

Município	Local	X	Y	Atividade	Tipo de resíduo ou rejeito	Presença de catadores	Situação	Tempo de utilização	Usuário da área	APP	Faixas de domínio de rodovias	Ponto de captação de água
												em corpo hídrico
Guarapari	Lameirão	341741	7710938	“lixão” desativado	RSU	Não	Recuperado	Entre 10 e 20 anos	Comunidade	Sim	Sim	-
Ibatiba	Barro Branco - Trocates	239562	7760493	Aterro controlado	RSU, RCC	Sim	Desativado	Entre 10 e 20 anos	Prefeitura	Sim	Sim	Poço artesiano e corpo hídrico
Ibatiba	-	239454	7760935	“lixão” desativado	RSU	Não informado	Desativado	Entre 10 e 20 anos	Comunidade	Sim	Sim	-
Ibiraçu	Cachoeira Comprida	357166	7804291	Aterro controlado	RCC	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Não	-
Ibiraçu	Parque Natural Morro do Aricanga - Rod. ES 257, KM 04 - Aracru	359145	7806077	“lixão” desativado	RSU	Não	Desativado	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico
Ibitirama	Ribeirão Santa Marta	218532	7729467	“lixão” desativado	RSU, RSS	Não	Em recuperação	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Sim	-
Ibitirama	São Francisco do Caparaó - ES 185	228827	7730087	“lixão” desativado	RSU, RSS	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Iconha	Laranjeiras - Iconha	313322	7699301	“lixão” desativado	RSU	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Irupi	Córrego Cabeceira de São José - Santa Cruz	220826	7750002	Aterro controlado	RSU, RSS	Não	Desativado	Entre 20 e 30 anos	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico
Irupi	Córrego Cabeceira de São José - Santa Cruz	220826	7750002	Aterro controlado	RSU	Não	Desativado	Entre 20 e 30 anos	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico

Quadro 42: Informações tabuladas para análise e diagnóstico sobre ADDIRSU no estado do Espírito Santo (continuação)

Município	Local	X	Y	Atividade	Tipo de resíduo ou rejeito	Presença de catadores	Situação	Tempo de utilização	Usuário da área	APP	Faixas de domínio de rodovias	Ponto de captação de água
Irupi	Pista de Moto Cros - Centro	224052	7747535	"lixão" desativado	RSU	Não	Em recuperação	Entre 10 e 20 anos	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico
Itaguaçu	Itaguaçu - Itaçu ES 261	306526	7810309	Área de transbordo	RSU	Não	Em operação	Entre 10 e 20 anos	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico
Itaguaçu	Sítio Esperança - Rodovia 484	304038	7806673	Bota-fora	RCC	Não	Em operação	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico
Itaguaçu	Itaguaçu - Itaçu ES 260	306544	7810231	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não	Desativado	Entre 20 e 30 anos	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico
Itapemirim	Gomes - Itaipava	313098	7689114	Área de transbordo	RSU	Não	Em operação	Menos de 10 anos	Empresa(s)	Sim	Não	Poço artesiano e corpo hídrico
Itapemirim	Morro do Cabrito	306484	7672382	"lixão" desativado	RSU	Não informado	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Não	-
Itapemirim	Morro do Cabrito	306694	7672414	"lixão" desativado	RSU	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Itapemirim	Gomes - Itaipava	313098	7689114	"lixão" desativado	RSU	Não	Recuperado	Menos de 10 anos	Empresa(s)	Sim	Não	-
Itarana	Estrada Municipal	305171	7801435	Área de transbordo	RSU	Não	Em operação	Não informado	Prefeitura	Sim	Não	Poço artesiano e corpo hídrico
Itarana	Estrada Municipal	305200	7801461	"lixão" desativado	RSU	Não informado	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Poço artesiano
Itarana	Bairro Guanabara	236091	7746764	"lixão" Ativo	RSU, RCC	Sim	Em operação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Itarana	Laranja da terra - Itarana	215621	7760900	"lixão" desativado	RSU	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Não	-

Quadro 42: Informações tabuladas para análise e diagnóstico sobre ADDIRSU no estado do Espírito Santo (continuação)

Município	Local	X	Y	Atividade	Tipo de resíduo ou rejeito	Presença de catadores	Situação	Tempo de utilização	Usuário da área	APP	Faixas de domínio de rodovias	Ponto de captação de água
Íluna	São João do Príncipe	205052	7750790	"lixão" desativado	RSU	Não	Recuperado	Entre 10 e 20 anos	Prefeitura	Sim	Não	-
Jaguaré	Rodovia ES - 356	384170	7911148	Área de transbordo	RSU, RCC	Não	Em operação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Jaguaré	Rodovia ES - 356	384066	7911071	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico
Jaguaré	Rodovia ES - 356	384219	7910484	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não	Em recuperação	Entre 20 e 30 anos	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico
Jerônimo Monteiro	Vila Brito - Santa Clara	252305	7699209	"lixão" desativado	RCC	Não	Desativado	Menos de 10 anos	Comunidade	Sim	Sim	-
Jerônimo Monteiro	Sítio Limeira	252260	7697851	"lixão" desativado	RSU	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Jerônimo Monteiro	Rodovia ES 482 - Cachoeiro de Itapemirim	257439	7699652	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não informado	Não informado	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Sim	-
Jerônimo Monteiro	Propriedade Amaro Bittencourt	254954	7701832	"lixão" desativado	RSU	Não informado	Não informado	Não informado	Prefeitura	Sim	Não	-
Jerônimo Monteiro	Fazenda Capixaba -	251219	7697871	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não informado	Não informado	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Não	-
Jerônimo Monteiro	Rodovia ES 482 - Fazenda Santa Terezinha 1	257207	7699642	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não	Recuperado	Entre 10 e 20 anos	Prefeitura	Sim	Sim	-
João Neiva	B5 101, Km 199 a 200, lado direito sentido João Neiva/Guaraná.	358627	7818340	Bota-fora	RCC	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico

Quadro 42: Informações tabuladas para análise e diagnóstico sobre ADDIRSU no estado do Espírito Santo (continuação)

Município	Local	X	Y	Atividade	Tipo de resíduo ou rejeito	Presença de catadores	Situação	Tempo de utilização	Usuário da área	APP	Faixas de domínio de rodovias	Ponto de captação de água
	Aproximadamente 300m, em frente a CBF, Comunidade Juá											
João Neiva	BR 101 - Cristal	358560	7818450	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico
Laranja da Terra	Picadão - Joatuba	286985	7803949	Aterro controlado	RSU, RCC, RST, REE	Não	Em recuperação	Entre 20 e 30 anos	Prefeitura	Sim	Não	-
Linhares	Av: Cecília Meireles - Moveilar/ Bairro Palmital	389008	7858246	Bota-fora	RCC	Não	Desativado	Menos de 10 anos	Prefeitura	Não	Sim	-
Linhares	Bairro Santa Cruz/Jocafé 1	388498	7861393	Bota-fora	RCC	Não	Desativado	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Sim	-
Linhares	Ao lado do Grupo Resgate São Francisco de Assis - Córrego Farias	388592	7867940	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não informado	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Linhares	Rodovia Dalmásio José Marge - Córrego Farias	388427	7866230	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não informado	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Linhares	Córrego Farias	389891	7872287	"lixão" desativado	RSU	Não	Em recuperação	Menos de 10 anos	Prefeitura e Empresas	Sim	Não	-

Quadro 42: Informações tabuladas para análise e diagnóstico sobre ADDRSU no estado do Espírito Santo (continuação)

Município	Local	X	Y	Atividade	Tipo de resíduo ou rejeito	Presença de catadores	Situação	Tempo de utilização	Usuário da área	APP	Faixas de domínio de rodovias	Ponto de captação de água
Mantenópolis	Córrego - ES 164 (Particular)	278092	7912104	Área de transbordo	RSU	Não informado	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Mantenópolis	Córrego Mantenhina	275483	7914874	Área de transbordo	RSU	Não informado	Em operação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Mantenópolis	-	275453	7914866	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não informado	Em recuperação	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Sim	Poço artesiano
Mantenópolis	Fazenda Dois Irmãos - Córrego Mantenhina	278515	7911403	"lixão" desativado	RSU	Não informado	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Mantenópolis	Vila de Santa Luzia	287551	7910793	"lixão" desativado	RSU	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Mantenópolis	Vila de São Geraldo - Córrego Mantenhina	266719	7916390	"lixão" desativado	RSU	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Mantenópolis	Vila de São José - Córrego Mantenhina	281701	7909991	"lixão" desativado	RSU	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Mantenópolis	Sítio Gomes - Córrego Mantenhina	277473	7913559	"lixão" desativado	RSU	Não informado	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Mantenópolis	Córrego Mantenhina	275555	7914962	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não informado	Não informado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Poço artesiano
Marataizes	Jacaranda	307384	7670859	"lixão" desativado	RSU	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Corpo hídrico e poço artesiano
Marechal Floriano	Santa Maria de Marechal -BR 262, Marechal	309775	7741395	"lixão" desativado	RSU, RCC, RSS	Não	Desativado	Entre 20 e 30 anos	Prefeitura e Comunidade	Sim	Sim	Poço artesiano

Quadro 42: Informações tabuladas para análise e diagnóstico sobre ADDRSU no estado do Espírito Santo (continuação)

Município	Local	X	Y	Atividade	Tipo de resíduo ou rejeito	Presença de catadores	Situação	Tempo de utilização	Usuário da área	APP	Faixas de domínio de rodovias	Ponto de captação de água
	Floriano/Domingos Martins											
Marilândia	Serra do Córrego Alegria	334700	7852828	"lixão" desativado	RSU	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Não	-
Marilândia	São Bento	337925	7850232	"lixão" desativado	RSU	Não informado	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Mimoso do Sul	Rodovia Rubenz Rangel - Sede	255304	7665932	"lixão" desativado	RSU	Sim	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico
Mimoso do Sul	Pratinha - Conceição do Muqui	240149	7679436	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura e Comunidade	Sim	Sim	-
Mimoso do Sul	Santo Antonio do Muqui	243682	7674628	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura e Comunidade	Sim	Sim	-
Mimoso do Sul	Ponte do Itabapoana	244432	7653437	"lixão" desativado	RSU	Não informado	Não informado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Montanha	-	354164	7996720	Aterro controlado	RSU, RCC, REE	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Montanha	-	353882	7996660	"lixão" desativado	RSU	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Mucurici	-	338064	7997271	"lixão" ativo	RSU, RCC	Não	Em operação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Mucurici	-	335974	8015401	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não	Desativado	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Sim	Corpo hídrico e poço artesiano
Mucurici	-	335476	8015902	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não	Desativado	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Sim	Corpo hídrico e poço artesiano

Quadro 42: Informações tabuladas para análise e diagnóstico sobre ADDIRSU no estado do Espírito Santo (continuação)

Município	Local	X	Y	Atividade	Tipo de resíduo ou rejeito	Presença de catadores	Situação	Tempo de utilização	Usuário da área	APP	Faixas de domínio de rodovias	Ponto de captação de água
Muniz Freire	Mata do Barão sentido Piaçu - ES 181	249613	7740234	Aterro controlado	RSU, RCC	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico
Muniz Freire	Mata do Barão sentido Piaçu	250077	7739298	“lixão” desativado	RSU	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico
Muniz Freire	Itaici	238101	7727586	“lixão” desativado	RSU	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico
Muniz Freire	Vieira Machado	256009	7731904	“lixão” desativado	RSU	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Muqui	Sede - Propriedade São Francisco, Zona Rural, Muqui	258856	7681646	“lixão” desativado	RSU	Não	Em recuperação	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Não	-
Nova Venécia	Rua do Vale, s/n - Bairro São Francisco - Nova Venécia	352090	7932532	Bota-fora	RCC	Não	Em operação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Nova Venécia	Rua Seis, s/n - Bairro Betânia	352015	7931851	Bota-fora	RCC	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Nova Venécia	Área do Novo Parque de Exposições - Bairro São Francisco	351406	7932930	Bota-fora	RCC	Não	Não informado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Nova Venécia	Rua Américo Zablak de Souza, Final,	349916	7928747	Bota-fora	RCC	Não	Não informado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-

Quadro 42: Informações tabuladas para análise e diagnóstico sobre ADDIRSU no estado do Espírito Santo (continuação)

Município	Local	X	Y	Atividade	Tipo de resíduo ou rejeito	Presença de catadores	Situação	Tempo de utilização	Usuário da área	APP	Faixas de domínio de rodovias	Ponto de captação de água
	s/n - Bairro Alvorada											
Nova Venécia	Rodovia Otavio Ayres de Farias ( Rodovia ES 220 KM 05) - Córrego Cachoeirinha	349782	7936739	"lixão" Ativo	RSU, RCC, RSPS	Não	Em operação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Nova Venécia	Guararema	325007	7923224	"lixão" desativado	RSU	Não	Desativado	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Sim	-
Nova Venécia	Rodovia ES - 381 - Guararema	318253	7915685	"lixão" desativado	RSU, RCC, RSS	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Pancas	Afluente do Ribeirão Panquinhas - Rodovia ES-347	307070	7872652	Área de transbordo	RSU	Não informado	Não informado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Pancas	Afluente do Ribeirão Panquinhas - Rodovia ES-348	307021	7872457	"lixão" desativado	RSU	Não informado	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Pancas	Afluente do Ribeirão Panquinhas - Rodovia ES-346	307094	7872587	"lixão" desativado	RSU	Não informado	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Pedro Canário	Bairro Camata - Rodovia ES 209	401845	7975860	"lixão" ativo	RSU, RCC	Não	Em operação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Pedro Canário	Cristal do Norte	381325	8004452	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não	Desativado	Menos de 10 anos	Prefeitura	Não	Não	-
Pedro Canário	Floresta do Sul	385556	7980440	"lixão" desativado	RSU	Não	Desativado	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Não	-

Quadro 42: Informações tabuladas para análise e diagnóstico sobre ADDRSU no estado do Espírito Santo (continuação)

Município	Local	X	Y	Atividade	Tipo de resíduo ou rejeito	Presença de catadores	Situação	Tempo de utilização	Usuário da área	APP	Faixas de domínio de rodovias	Ponto de captação de água
Pedro Canário	Taquaras	378152	8006067	"lixão" desativado	RSU	Não	Recuperado	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Sim	-
Pinheiros	Córrego Jundiá / Córrego Palmeirinha	372038	7965197	"lixão" ativo	RSU, RCC	Não	Em operação	Não informado	Prefeitura	Sim	Não	-
Pinheiros	Córrego Santo Antonio, Comunidade São Domingos	364709	7966213	"lixão" desativado	RSU	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Não	-
Piúma	Boa Vista	322962	7697680	"lixão" desativado	RSU	Não informado	Não informado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Ponto Belo	Córrego do Lageado - Itamira	340880	7980112	"lixão" ativo	RSU, RCC	Não	Em operação	Não informado	Comunidade	Sim	Sim	-
Ponto Belo	Córrego Itauninhas - Sede	337012	7994042	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico
Presidente Kennedy	Santana Feliz	291032	7661284	Área de transbordo	RSU, RSS, resíduos perigosos (baterias, pilhas, lâmpadas fluorescentes entre outros)	Não	Recuperado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico
Presidente Kennedy	Santana Feliz	291008	7661342	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não	Em recuperação	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico

Quadro 42: Informações tabuladas para análise e diagnóstico sobre ADDIRSU no estado do Espírito Santo (continuação)

Município	Local	X	Y	Atividade	Tipo de resíduo ou rejeito	Presença de catadores	Situação	Tempo de utilização	Usuário da área	APP	Faixas de domínio de rodovias	Ponto de captação de água
Presidente Kennedy	Sede/Bairros das Flores	286901	7665411	“lixão” desativado	RSU, RSS, resíduos perigosos (baterias, pilhas, lâmpadas fluorescentes entre outros)	Não	Em recuperação	Entre 20 e 30 anos	Prefeitura	Sim	Sim	-
Rio Bananal	-	363188	7865979	Área de transbordo	RSU	Não	Em operação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Rio Bananal	-	363396	7866364	“lixão” desativado	RSU	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Rio Novo do Sul	Santa rita - Estrada Cachoeirinha via Quarteirão	296180	7691274	“lixão” desativado	RSU, RCC, RSS	Não	Em recuperação	Entre 20 e 30 anos	Prefeitura	Sim	Sim	Corpo hídrico e poço artesiano
Santa Maria de Jetibá	São Sebastião do Meio	314244	7783867	Área de transbordo	RSU, RCC, RSS	Não	Recuperado	Não informado	Prefeitura	Sim	Não	Poço artesiano
Santa Maria de Jetibá	São Sebastião do Meio	314256	7783814	“lixão” desativado	RSU, RCC, RSS	Não	Desativado	Entre 20 e 30 anos	Prefeitura	Sim	Não	Poço artesiano
Santa Teresa	Serra dos Pregos, Zona Rural - Santa Teresa ES	331403	7802752	Área de transbordo	RSU	Não	Em operação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico
Santa Teresa	Alto Santo Antonio	334044	7797380	Área de transbordo	RSU	Sim	Em operação	Não informado	Prefeitura	Sim	Não	-
Santa Teresa	Alto Santo Antonio	333968	7797747	“lixão” desativado	RSU	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Não	Captação de água em corpo hídrico

Quadro 42: Informações tabuladas para análise e diagnóstico sobre ADDIRSU no estado do Espírito Santo (continuação)

Município	Local	X	Y	Atividade	Tipo de resíduo ou rejeito	Presença de catadores	Situação	Tempo de utilização	Usuário da área	APP	Faixas de domínio de rodovias	Ponto de captação de água
São Domingos do Norte	Córrego do Café - Serra da Mula	328334	7882007	Aterro controlado	RSU	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico
São Domingos do Norte	Córrego do Café - Serra da Mula	327831	7882032	"lixão" desativado	RSU	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Não	Captação de água em corpo hídrico
São Gabriel da Palha	Córrego da Lapa, Zona Rural, São Gabriel da Palha	340156	7901637	Aterro controlado	RSU	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Não	Captação de água em corpo hídrico
São Gabriel da Palha	Córrego da Lapa, Zona Rural, São Gabriel da Palha	340625	7903852	Bota-fora	RCC	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico
São Gabriel da Palha	Córrego São Gabriel	340130	7901594	"lixão" desativado	RSU	Não	Em recuperação	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Sim	Captação de água em corpo hídrico
São José do Calçado	Fazenda Serraria - Rodovia São José do Calçado Bom Sucesso	225953	7673004	Área de transbordo	RSU	Não informado	Não informado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
São José do Calçado	Fazenda Serraria - Rodovia São José do Calçado Bom Sucesso	226031	7673096	"lixão" desativado	RSU	Não informado	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
São Mateus	-	414019	7925862	Área de transbordo	RSU	Não informado	Não informado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-

Quadro 42: Informações tabuladas para análise e diagnóstico sobre ADDIRSU no estado do Espírito Santo (continuação)

Município	Local	X	Y	Atividade	Tipo de resíduo ou rejeito	Presença de catadores	Situação	Tempo de utilização	Usuário da área	APP	Faixas de domínio de rodovias	Ponto de captação de água
São Mateus	Liberdade	414107	7927874	"lixão" desativado	RSU, RCC	Sim	Desativado	Entre 20 e 30 anos	Prefeitura	Sim	Sim	-
São Roque do Canaã	Córrego Seco - Santa Julia	321869	7817244	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não	Desativado	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Não	Poço artesiano
São Roque do Canaã	Sítio Vovô Primo - São Bento	325355	7815117	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não	Desativado	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Sim	Poço artesiano
Sooretama	Avenida Esmeraldino Simpício dos Santos	383445	7875872	Área de transbordo	RSU	Não informado	Em operação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Sooretama	Juncado	382021	7888266	"lixão" desativado	RSU	Não	Desativado	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Sim	Poço artesiano e corpo hídrico
Sooretama	Córrego Alegre	387107	7874763	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não	Desativado	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Não	Poço artesiano e corpo hídrico
Sooretama	Agrobor - Fazenda Imetame	380026	7876952	"lixão" desativado	RSU	Não	Em recuperação	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Sim	Poço artesiano e corpo hídrico
Sooretama	Córrego Alegre	387082	7875213	"lixão" desativado	RSU	Não	Em recuperação	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Não	Poço artesiano e corpo hídrico
Vargem Alta	Boa Esperança	289324	7707379	"lixão" desativado	RSU	Não	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Venda Nova do Imigrante	Bananeiras, Rio São Jose de Viçosa	276126	7751196	Área de transbordo	RSU e resíduos volumosos	Não informado	Em operação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Venda Nova do Imigrante	Alto Caxixe - São José do	280319	7745093	"lixão" desativado	RSU	Não informado	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-

Quadro 42: Informações tabuladas para análise e diagnóstico sobre ADDIRSU no estado do Espírito Santo (continuação)

Município	Local	X	Y	Atividade	Tipo de resíduo ou rejeito	Presença de catadores	Situação	Tempo de utilização	Usuário da área	APP	Faixas de domínio de rodovias	Ponto de captação de água
	Alto Viçosa (Saúde)											
Venda Nova do Imigrante	Alto Caxixe - São José do Alto Viçosa (Saúde)	280546	7745050	"lixão" desativado	RSU	Não	Em recuperação	Entre 10 e 20 anos	Prefeitura	Sim	Sim	Poço artesiano e corpo hídrico
Venda Nova do Imigrante	Às Margens da Rodovia Pedro Cola - ES 166 Pindobas (Fazenda Cachoeira de Pindobas)	277040	7744600	"lixão" desativado	RSU	Não informado	Em recuperação	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Sim	Poço artesiano e corpo hídrico
Venda Nova do Imigrante	Pindobas, na Propriedade do Scabello	276655	7744140	"lixão" desativado	RSU	Não informado	Em recuperação	Menos de 10 anos	Prefeitura	Sim	Sim	Poço artesiano

Quadro 42: Informações tabuladas para análise e diagnóstico sobre ADDIRSU no estado do Espírito Santo (conclusão)

Município	Local	X	Y	Atividade	Tipo de resíduo ou rejeito	Presença de catadores	Situação	Tempo de utilização	Usuário da área	APP	Faixas de domínio de rodovias	Ponto de captação de água
Viana	MARCILIO DE NORONHA	351200	7749161	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não	Não informado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	Possui corpo hídrico no local
Viana	Vila Betania/Campo Verde	353088	7748353	"lixão" desativado	RSU e resíduos perigos	Não	Não informado	Não informado	Prefeitura	Não	Sim	-
Viana	BR 262 - Bom Pastor	345724	7744836	"lixão" desativado	RSU	Não	Não informado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Viana	CAMPO VERDE	353235	7746820	"lixão" desativado	RSU	Não	Não informado	Não informado	Prefeitura	Sim	Não	-
Vila Pavão	Córrego da Rapadura	330747	7935402	"lixão" ativo	RSU	Não	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Não	Captação de água em corpo hídrico
Vila Valério	-	357354	7897172	Área de transbordo	RSU	Não informado	Em operação	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Vila Valério	Pista de Moto Cros - Santa Rita	353271	7898932	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não informado	Desativado	Não informado	Prefeitura	Sim	Sim	-
Vila Valério	Vila Rural Proximo a ES 358	353335	7896683	"lixão" desativado	RSU, RCC	Não informado	Em recuperação	Não informado	Prefeitura	Sim	Não	-

Fonte: Adaptado de Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Espírito Santo (2019).