



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Engenharia

Carlos Eduardo Soares Canejo Pinheiro da Cunha

**Proposta de Índice de Sustentabilidade Operacional de Aterros
Sanitários (ISOAS)**

Rio de Janeiro

2019

Carlos Eduardo Soares Canejo Pinheiro da Cunha

**Proposta de Índice de Sustentabilidade Operacional de Aterros Sanitários
(ISOAS)**



Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de Concentração: Gestão, Gerenciamento de Recursos Naturais e Políticas Públicas para Sustentabilidade.

Orientadora: Prof. Dra. Elisabeth Ritter

Coorientador: Prof. Dr. João Alberto Ferreira

Rio de Janeiro

2019

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B

C972 Cunha, Carlos Eduardo Canejo Pinheiro da.
Proposta de índice de sustentabilidade operacional de aterros
sanitários (ISOAS) / Carlos Eduardo Canejo Pinheiro da Cunha. –
2019.
259f.

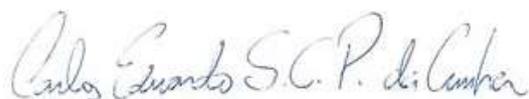
Orientadora: Elisabeth Ritter.
Coorientador: João Alberto Ferreira.
Tese (Doutorado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro,
Faculdade de Engenharia.

1. Engenharia ambiental - Teses. 2. Sustentabilidade e meio
ambiente - Teses. 3. Gestão integrada de resíduos sólidos -
Teses. 4. Aterro sanitário - Teses. 5. Política ambiental - Teses I.
Ritter, Elisabeth. II. Ferreira, João Alberto. III. Universidade do
Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia. IV. Título.

CDU 628.4:502

Bibliotecária: Júlia Vieira – CRB7/6022

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial
desta tese, desde que citada a fonte.



Assinatura

30 de outubro de 2019

Data

Carlos Eduardo Soares Canejo Pinheiro da Cunha

**Proposta de Índice de Sustentabilidade Operacional de Aterros
Sanitários (ISOAS)**

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de Concentração: Gestão, Gerenciamento de Recursos Naturais e Políticas Públicas para Sustentabilidade

Aprovada em 30 de outubro de 2019

Banca Examinadora:



DSc. Elisabeth Ritter (Orientadora)
Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)



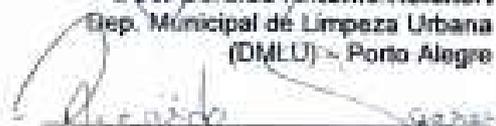
DSc. Camille Ferreira Mannarino
Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ)



DSc. Geraldo Antônio Reichert
Dep. Municipal de Limpeza Urbana (DMLU) - Porto Alegre



DSc. Ana Ghislane H. P. van Elk
Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)



DSc. Ricardo Soares
Universidade Federal Fluminense (UFF)

DEDICATÓRIA

Ao meu filho, minha esposa e ao meu futuro.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha esposa, Fabiola Hatochyn, pela paciência ao longo deste árduo período de dedicação acadêmica, onde muitas vezes estive ausente em prol desta tese. Muito obrigado por todo o seu companheirismo e incentivo para a conclusão desta jornada. Obrigado por me escutar falar, durante horas, sobre as complexidades que produzi nesta pesquisa. Obrigado por ler e criticar os meus textos com dedicação e afincamento de quem quer o melhor para o outro. Obrigado por me resgatar da densidade acadêmica quando eu, mesmo sem perceber, precisava renovar os ares da vida. Obrigado!

Agradeço ao meu filho, Diogo Hatochyn, por toda a força e alegria que me proporciona com o seu sorriso, suas histórias e brincadeiras. Muito obrigado! A sua chegada me transformou em uma pessoa melhor, mais compreensiva, mais consciente e mais segura. Obrigado por, mesmo sem saber, me mostrar os caminhos a seguir como seu pai. Obrigado!

Agradeço à minha mãe, Mônica Soares, por acreditar em mim como profissional. Obrigado!

Agradeço à minha orientadora, Elisabeth Ritter e ao meu co-orientador, João Alberto Ferreira, por acreditarem no meu projeto de pesquisa, por me mostrarem os melhores caminhos acadêmicos para este doutoramento e pelas muitas horas dedicadas às revisões e orientações. Obrigado!

Agradeço aos colegas de profissão, ambientalistas, Marilene Ramos e Victor Szveibil pela produção das cartas de recomendação ao Programa de Doutorado em Engenharia Ambiental da UERJ. Obrigado!

Agradeço às empresas coparticipantes desta pesquisa, Foxx Haztec, Ciclus Ambiental e Dois Arcos Gestão de Resíduos por acreditarem no projeto desta pesquisa e por aceitarem coparticipar da mesma. Um agradecimento especial aos gestores de resíduos Paulo Victor Laguardia Mejia, Jonney Marques Mondini, Diogo Barbosa Arantes, Ramon Brant do Couto da Silva, Adriana Felipetto, Priscila Mendes Zidan, André Martins de Lima e Agnelo Pinto que participaram ativamente das trocas de informações necessárias à execução desta pesquisa. Obrigado!

Agradeço aos diversos colegas da Universidade Veiga de Almeida pelas trocas de experiência e força durante este processo. O apoio de todos foi muito importante

para mim. Um agradecimento especial à colega Viviane Japiassu Viana pelo apoio na produção dos mapas, ao amigo Washington Fernandes Formiga pela troca de experiência na produção dos gráficos e aos amigos Cleyton Martins, Cecília Bueno e Felipe Tsuruta pelo incentivo ao longo deste processo e por dividirem comigo toda a experiência acadêmica de vocês. Obrigado!

Agradeço ao amigo de longa data, Ricardo Soares, por ter me incentivado a ingressar no doutorado e por ter me dado dicas valiosas ao longo desta produção acadêmica. Obrigado!

Agradeço à amiga Maria José Lopes de Araújo Saroldi por me inspirar e me motivar a me tornar um gestor de resíduos. Nossas trocas há quase 15 anos atrás provam o quanto uma simples conversa pode mudar o rumo de uma história! Obrigado!

Agradeço aos meus diversos professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro e da Universidade Veiga de Almeida que me auxiliaram com ricos conhecimentos e informações valiosas para a elaboração desta pesquisa. Obrigado!

Não existem métodos fáceis para resolver problemas difíceis

René Descartes

RESUMO

CUNHA, C. E. S. C. P. *Proposta de Índice de Sustentabilidade Operacional de Aterros Sanitários (ISOAS)*. 2019. 259f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

Em outubro de 2010 foi sancionada a Lei 12.305/10 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil. Desta forma, as esferas governamentais deram início a um processo de articulação política, técnica e legal a fim de reverter o cenário da gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no País, até então, marcado pela disposição final inadequada em lixões. Entretanto, o avanço no encerramento dos lixões e a construção de aterros sanitários representa uma nova problemática para a sociedade e para o meio ambiente. A pulverização de áreas de disposição final, mesmo que construídas atendendo aos mais rigorosos padrões normativos e legais, representa riscos ao meio ambiente e à saúde pública, em especial, devido à uma operação tecnicamente deficiente e pouco harmônica com a comunidade de entorno. Desta forma, é necessária uma constante avaliação do desempenho dos aterros sanitários. Esta avaliação deve estar baseada em procedimentos gerenciais, criados e continuamente aferidos sob os pilares da sustentabilidade. O Índice de Sustentabilidade Operacional de Aterros Sanitários (ISOAS) propõe, através da avaliação de indicadores, verificar a condição de sustentabilidade dos aterros, bem como identificar os pontos críticos de gestão e mapear fragilidades regionais na gestão. O ISOAS foi dividido em três grupos de indicadores, sendo os mesmos, técnico-ambientais, econômicos e sociais. A partir de um modelo matemático, baseado no conceito *Triple Bottom Line* (TBL), os valores obtidos a partir da análise de cada grupo de indicadores são processados, sendo obtido um valor percentual que representa a sustentabilidade do aterro em análise. A métrica de valoração segue uma lógica meritocrata, baseada na concessão de estrelas em função do desempenho obtido. A pesquisa foi aplicada em quatro aterros sanitários coparticipantes no Estado do Rio de Janeiro, localizados nos municípios de Nova Iguaçu, Seropédica, São Gonçalo e São Pedro da Aldeia. Em campo, objetivou-se analisar criticamente a constituição e o manuseio da proposta metodológica, bem como produzir um retrato das condições de sustentabilidade dos aterros coparticipantes. Verificou-se que, através do uso da ferramenta é possível identificar problemas crônicos e agudos da operação; identificar fatores limitantes do nível de sustentabilidade e identificar percepções ambientais de grupos sociais, dentre outras ações. Os resultados da aplicação do ISOAS demonstram que o aterro com o melhor desempenho técnico-ambiental foi o CTR Santa Rosa, com cinco estrelas obtidas em função de sua eficácia durante a avaliação deste grupo de indicadores, o aterro com o melhor desempenho econômico foi o CTR São Gonçalo, com três estrelas, o melhor desempenho socioambiental foi o do CTR Dois Arcos, com quatro estrelas e o melhor desempenho geral, efetivamente o ISOAS, foi alcançado pelos CTRs Nova Iguaçu e Santa Rosa, ambos com três estrelas.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Avaliação de desempenho ambiental; Gestão de resíduos; Operação de aterros sanitários.

ABSTRACT

CUNHA. C. E. S. C. P. *Proposed Sanitary Landfill Operational Sustainability Index (ISOAS)*. 2019. 259f. Thesis (Doctorate in Environmental Engineering) - Department of Sanitary and Environmental Engineering, College of Engineering, Rio de Janeiro State University, Rio de Janeiro, 2019.

In October 2010, Law 12,305/10, which established the National Policy on Solid Waste in Brazil, was sanctioned. Thus, the government spheres began a process of political, technical and legal articulation in order to reverse the scenario of urban solid waste management (MSW) in the country, until then marked by the inadequate disposal in dumps. However, the advance in the closure of dumps and the construction of landfills represents a new problem for society and the environment. The pulverization of final disposal areas, even if built in compliance with the most rigorous normative and legal standards, may represent risks to the environment and public health, especially due to a technically deficient operation and little harmony with the surrounding community. Thus, a constant assessment of the performance of landfills is required. This assessment should be based on management procedures, created and continuously measured under the pillars of sustainability. The proposed Sanitary Landfill Operational Sustainability Index (ISOAS) aims at this goal. Through the evaluation of indicators, verify the sustainability condition of landfills, as well as identify critical management points and map regional weaknesses in management. ISOAS has been divided into three groups of indicators: technical-environmental, economic and social-environmental. From a mathematical model based on the Triple Bottom Line (TBL) concept, the values obtained from the analysis of each group of indicators are processed, obtaining a percentage value that represents the sustainability of the landfill under analysis. The valuation metric follows a meritocratic logic based on the awarding of stars supported on the performance obtained. The research had four co-participating landfills in the State of Rio de Janeiro, located in the municipalities of Nova Iguaçu, Seropédica, São Gonçalo and São Pedro da Aldeia. In the field, the objective was to critically analyze the constitution and handling of the methodological proposal, as well as to produce a portrait of the sustainability conditions of the co-participating landfills. It was found that using the tool it is possible to identify chronic and acute problems of the operation; identify factors limiting the level of sustainability and identify environmental perceptions of social groups, among other actions. The results from the application of ISOAS demonstrate that the landfill with the best technical-environmental performance was Santa Rosa CTR, with five stars obtained due to its effectiveness during the evaluation of this group of indicators, the landfill with the best economic performance was CTR. São Gonçalo, with three stars, the best social and environmental performance was the CTR Dois Arcos, with four stars and the best overall performance, effectively ISOAS, was achieved by CTRs Nova Iguaçu and Santa Rosa, both with three stars.

Keywords: Sustainability; Environmental performance assessment; Waste Management; Landfill operation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Representação iconográfica do TBL	28
Figura 2 – Aplicação de indicadores.....	37
Figura 3 – Concepção e quantidade de informações para o público alvo	38
Figura 4 – Estrutura conceitual do modelo PER.....	39
Figura 5 – Modelo de gestão PDC aplicado na ADA.....	47
Figura 6 – Controle ambiental das empresas e a proposição de indicadores	48
Figura 7 – Linha mestra da ADA com base na proposta de gestão do PDCA	49
Figura 8 – Arranjo geral de um aterro sanitário	58
Figura 9 – Estrutura lógica do processo de AIA	71
Figura 10 – Objetivos da AIA.....	72
Figura 11 – Matriz de riscos ambientais	75
Figura 12 – Processo perceptivo que permite a compreensão do indivíduo	81
Figura 13 – Imagem aérea do CTR Santa Rosa.....	106
Figura 14 – Imagem aérea do CTR São Gonçalo	108
Figura 15 – Imagem aérea do CTR Nova Iguaçu	110
Figura 16 – Imagem aérea do CTR Dois Arcos.....	112
Figura 17 – Custos Médios Operacionais (CMO): Entre 0 e 10.000 t/dia.....	136
Figura 18 – Custos Médios Operacionais (CMO): Entre 0 e 6.000 t/dia.....	136
Figura 19 – Custos Médios Operacionais (CMO): Entre 6.000 e 10.000 t/dia.....	137
Figura 20 – Dashboard parcial com a avaliação geral da sustentabilidade.....	152
Figura 21 – Dashboard parcial com a avaliação técnica-ambiental.....	153
Figura 22 – Dashboard parcial com a avaliação econômica	154
Figura 23 – Dashboard parcial com a avaliação socioambiental – Técnica 1	155
Figura 24 – Dashboard parcial com a avaliação socioambiental – Técnica 2	156
Figura 25 – Representação espacial do uso e cobertura do solo dos CTRs.....	161
Figura 26 – Imagem aérea da região atendida e da localização dos CTRs	161
Figura 27 – Resultado da avaliação dos indicadores técnico-ambientais	162
Figura 28 – Repres. espacial dos resultados dos indicadores técnico-ambientais.....	163
Figura 29 – Análise integrada dos CMOE, CMOP e PMP nos aterros	165
Figura 30 – Repres. espacial dos resultados dos indicadores econômicos	166
Figura 31 – Residências participantes da pesquisa social – CTR Nova Iguaçu.....	169

Figura 32 – Residências participantes da pesquisa social – CTR Santa Rosa	170
Figura 33 – Residências participantes da pesquisa social – CTR São Gonçalo	170
Figura 34 – Trechos percorridos para a avaliação de riscos – CTR Dois Arcos.....	172
Figura 35 – Repres. espacial dos resultados dos indicadores socioambientais.....	174
Figura 36 – Repres. espacial dos resultados gerais do ISOAS.....	177
Figura 37 – Análise integrada dos resultados por grupos e subgrupos	178
Figura 38 – Dashboard compilando os resultados do CTR Nova Iguaçu	180
Figura 39 – Dashboard compilando os resultados do CTR Santa Rosa	181
Figura 40 – Dashboard compilando os resultados do CTR São Gonçalo	182
Figura 41 – Dashboard compilando os resultados do CTR Dois Arcos.....	183

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Os seis imperativos da avaliação de sustentabilidade de Gibson	41
Quadro 2 – Os oito princípios da avaliação de sustentabilidade de Bellagio	42
Quadro 3 – Princípios de sustentabilidade de Gibson.....	43
Quadro 4 – Critérios para aterros sanitário municipais de acordo com a CRF	62
Quadro 5 – Potenciais impactos e consequências ambientais dos aterros.....	75
Quadro 6 – Principais atividades das etapas de implantação de planejamento, implantação, operação e desativação de aterros sanitários.....	76
Quadro 7 – Potenciais impactos e consequências ambientais dos aterros.....	79
Quadro 8 – Comparação dos impactos do ponto de vista técnico e popular.....	82
Quadro 9 – Identificação dos impactos positivos e negativos	84
Quadro 10 – Escala de porte em função da comunidade atendida	88
Quadro 11 – EMO em Função do porte do aterro sanitário.....	88
Quadro 12 – Critérios de percepção de incômodos típicos de aterros sanitários.....	96
Quadro 13 – Critérios e pontuação possíveis para avaliação de sig. de impactos...98	
Quadro 14 – Critério e pontuações possíveis para avaliação de sig. de riscos.....	100
Quadro 15 – Aterros previamente selecionados para a realização da pesquisa.....	104
Quadro 16 – Estimativas de população, geração de diferentes tipologias de resíduos e de lixiviado nos municípios que destinam RSU para o CTR Seropédica.....	106
Quadro 17 – Estimativas de população, geração de diferentes tipologias de resíduos e de lixiviado nos municípios que destinam RSU para o CTR São Gonçalo.....	108
Quadro 18 – Estimativas de população, geração de diferentes tipologias de resíduos e de lixiviado nos municípios que destinam RSU para o CTR Nova Iguaçu.....	110
Quadro 19 – Estimativas de população, geração de diferentes tipologias de resíduos e de lixiviado nos municípios que destinam RSU para o CTR Dois Arcos	112
Quadro 20 – Proposta de indi. para às características fisiográficas e ambientais..	114
Quadro 21 – Proposta de indicadores que reflitam à interface socioambiental	115
Quadro 22 – Proposta de indicadores que reflitam o sistema viário de acesso	115
Quadro 23 – Proposta de indicadores para avaliação da infra. implantada	115
Quadro 24 – Proposta de indicadores para avaliação dos sist. de controle	116
Quadro 25 – Proposta de indicadores para avaliação das carac. operacionais	116
Quadro 26 – Proposta de indi. para avaliação do sistema de controle ambiental. .	117

Quadro 27 – Proposta de indi. para avaliação dos doc. básicos e diretrizes	118
Quadro 28 – Custos típicos das etapas de vida de aterros em função do porte	118
Quadro 29 – Custos típicos das subáreas operacionais em função do porte.....	119
Quadro 30 – Análise do percentual de significância dos equipamentos na oper....	120
Quadro 31 – EMOs em função dos portes do aterro sanitário.....	123
Quadro 32 – Valores médios de aquisição de equipamentos	124
Quadro 33 – Estimativa de vida útil de equipamentos.....	126
Quadro 34 – Depreciação horária dos EMOs.....	127
Quadro 35 – Consumos específicos médios em função dos equipamentos	128
Quadro 36 – Consumo médio de combustíveis em função do equipamento.....	128
Quadro 37 – Consumo médio de lubrificante em função do equipamento	129
Quadro 38 – Custos médios em função dos equipamentos	129
Quadro 39 – Consumo médio de graxa lubrificante em função do equipamento ...	130
Quadro 40 – Custo médio em função do ripo de equipamento	130
Quadro 41 – Consumo médio de filtros e pneus em função do equipamento	131
Quadro 42 – Custos médios de MDO em função do tipo de equipamento.....	131
Quadro 43 – Coeficientes de manutenção em função das condições de opera.....	132
Quadro 44 – Custo de manutenção mecânica em função do equipamento	133
Quadro 45 – Custos diários dos EMOs	133
Quadro 46 – CMOs em função do porte do aterro	134
Quadro 47 – Estimativa de custos nos cenários 1, 2, 3 e 4.....	135
Quadro 48 – Organização das informações para a avaliação da inadimplência -1	136
Quadro 49 – Organização das informações para a avaliação da inadimplência -2	139
Quadro 50 – Organização das informações para a avaliação da inadimplência -3	139
Quadro 51 – Proposta de indicadores econômicos para ava. de EMOs.	139
Quadro 52 – Proposta de indicadores econômicos para ava. da inadimplência	140
Quadro 53 – Proposta de indicadores socioambientais da técnica 1	141
Quadro 54 – Proposta de indicadores socioambientais da técnica 2	142
Quadro 55 – Pesos Delphi para os indicadores técnico-ambientais, subgrupo características locais.....	144
Quadro 56 – Pesos Delphi para os indi. técnico-ambientais, subgrupo infraestrutura implantadas	145
Quadro 57 – Pesos Delphi para os indi. técnico-ambientais, subgrupo condições operacionais.....	146

Quadro 58	– Pesos Delphi para os indi. econômicos	147
Quadro 59	– Pesos Delphi para os indicadores socioambientais – Técnica 1	148
Quadro 60	– Pesos Delphi para os indi. socioambientais – Técnica 2.....	149
Quadro 61	– Pontuação máxima por grupos e subgrupos de indicadores	150
Quadro 62	– Recebimento de resíduos e geração de lixiviado - Aterros.....	159
Quadro 63	– Recebimento de resíduos - Municípios.....	160
Quadro 64	– Geração de lixiviado – Municípios	160
Quadro 65	– Consolidação da análise por subárea e subgrupos de indi.	163
Quadro 66	– Consolidação dos EMOs nos aterros coparticipantes	164
Quadro 67	– Análise de inadimplência nos CTRs coparticipantes – Parte 1.....	166
Quadro 68	– Análise de inadimplência nos CTRs coparticipantes – Parte 2.....	166
Quadro 69	– Análise de lucratividade dos CTRs coparticipantes	166
Quadro 70	– Controle de entrevistados totais nas pesquisas de campo.....	168
Quadro 71	– Resultados acerca da percepção de impactos por CTR.....	173
Quadro 72	– Detalhamento da percepção de impactos positivos.....	173
Quadro 73	– Detalhamento da percepção de impactos negativos	174
Quadro 74	– Resultados gerais dos indicadores e ISOAS – CTR Nova Iguaçu.....	175
Quadro 75	– Resultados gerais dos indicadores e ISOAS – CTR Santa Rosa	175
Quadro 76	– Resultados gerais dos indicadores e ISOAS – CTR São Gonçalo	176
Quadro 77	– Resultados gerais dos indicadores e ISOAS – CTR Dois Arcos	176
Quadro 78	– Análise integrada do ISOAS obtido nos CTRs avaliados	176
Quadro 79	– Análise integrada por grupos de indicadores.....	177
Quadro 80	– Análise integrada por subgrupos de indicadores.....	178
Quadro 81	– Análise integrada por subáreas de indicadores.....	179

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABRELPE** – Associação de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
- ADA** – Avaliação de Desempenho Ambiental
- CETESB** – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
- CMO** – Custo Médio Operacional
- CMOE** – Custo Médio Operacional Estimado
- CMOP** – Custo Médio Operacional Praticado
- EMO** – Equipamentos Mínimos Obrigatórios
- EIA** – Estudo de Impacto Ambiental
- INEA** – Instituto Estadual do Ambiente
- ICA** – Indicador de Condições Ambientais
- IDA** – Indicador de Desempenho Ambiental
- IDG** – Indicador de Desempenho de Gestão
- IDO** – Indicador de Desempenho Operacional
- IQR** – Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos
- IQDR** – índice de Qualidade de Destinação Final de Resíduos
- IQR Valas** – índice de Qualidade de Aterro de Resíduos em Valas
- IQC** – índice de Qualidade de Usinas de Compostagem
- OCDE** - Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Económico
- ODS** – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
- PMP** – Preço Médio Praticado
- PNMA** – Política Nacional de Meio Ambiente
- PNRS** – Política Nacional de Resíduos
- PNSB** – Política Nacional de Saneamento
- PNUMA** – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
- RSU** – Resíduos Sólido Urbano
- RCS** – Resíduo Comercial e de Prestador de Serviço
- RCC** – Resíduo da Construção Civil
- RIMA** – Relatório de Impacto Ambiental
- SEA** – Secretaria de Estado do Ambiente
- SNIS** – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO:	19
Problemática:	19
Objetivo Geral:	20
Objetivos Específicos:	21
Contribuições científicas:	21
Estrutura do trabalho:	22
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	24
1.1. Políticas públicas e sustentabilidade na gestão de resíduos:.....	25
1.2. Premissas da análise de desempenho:.....	30
1.2.1. <i>Key Performance Indicator</i> (KPI):.....	33
1.2.2. Eficácia, eficiência e produtividade:	33
1.2.3. Avaliação de desempenho e meritocracia:.....	34
1.2.4. Índices e indicadores:.....	34
1.2.5. <i>Dashboard</i> :.....	35
1.3. Indicadores de desempenho para mensuração da sustentabilidade:.....	35
1.3.1. Tipos de indicadores:	36
1.3.2. Aplicação dos indicadores:.....	36
1.3.3. O processo de seleção de indicadores:.....	39
1.3.4. Avaliação da sustentabilidade:	40
1.3.5. Avaliação de desempenho ambiental no âmbito da norma ISO 14.031/15:	44
1.4. Tratamento e destinação final de RSU no Brasil: Situação atual	50
1.4.1. Panorama ABRELPE e SNIS:	50
1.4.2. Consórcios de Aterros Sanitários	51
1.5. Concepção geral de Aterros Sanitários	57
1.5.1. Aspectos técnicos e normativos de aterros sanitários.....	61
1.6. O processo de avaliação de impactos e riscos ambientais:	66
1.6.1. Avaliação de impactos e riscos ambientais no contexto da PNMA:	67
1.6.2. Etapas básicas de planejamento, implantação, operação de aterros:	76
1.6.3. Impactos ambientais e medidas mitigadoras típicas de aterros sanitários:.....	77
1.7. A percepção socioambiental na avaliação de desempenho:.....	79
1.7.1. O processo de percepção ambiental:.....	79
1.7.2. Impactos ambientais sob diferentes percepções:.....	82

2. METODOLOGIA	86
2.1. Primeira Etapa: Revisão Bibliográfica:	86
2.2. Segunda Etapa: Proposição dos indicadores básicos:.....	86
2.2.1. Indicadores técnico-ambientais:	86
2.2.2. Indicadores econômicos:.....	87
2.2.3. Indicadores socioambientais:	89
2.3. Terceira Etapa: Aplicação da metodologia Delphi:.....	100
2.4. Quarta Etapa: Construção do modelo matemático do ISOAS:.....	102
2.5. Quinta Etapa: Identificação de resultados e produção de <i>Dashboard</i> :.....	102
2.6. Sexta Etapa: Aterros sanitários coparticipantes:	104
2.6.1. Informações gerais do CTDR Santa Rosa:	105
2.6.2. Informações gerais do CTR São Gonçalo:	107
2.6.3. Informações gerais do CTR Nova Iguaçu:.....	109
2.6.4. Informações gerais do CTR Dois Arcos	111
3. RESULTADOS preliminares: CONSTRUÇÃO DA METODOLOGIA ISOAS ...	113
3.1. Resultados gerais quanto a construção da ferramenta ISOAS:	113
3.1.1. Quanto aos grupos, subgrupos e subáreas de indicadores:	113
3.1.2. Consolidação da metodologia e avaliação da sustentabilidade:	143
3.1.3. Definição de relevância e significância dos indicadores:.....	143
3.1.4. Obtenção do ISOAS:.....	150
3.1.5. Consolidação de dados e criação dos <i>dashboards</i> operacionais:.....	150
3.1.6. Impressões gerais sobre o manuseio da ferramenta ISOAS:.....	156
4. RESULTADOS gerais: aplicação da metodologia isoas	159
4.1. Quanto às informações gerais dos aterros:.....	159
4.2. Quanto a situação técnica-ambiental dos aterros	162
4.3. Quanto a situação econômica dos aterros	164
4.4. Quanto situação socioambiental dos aterros:.....	168
4.4.1. Dados sobre a pesquisa social no CTR Nova Iguaçu:	169
4.4.2. Dados sobre a pesquisa social no CTR Santa Rosa:.....	169
4.4.3. Dados sobre a pesquisa social no CTR São Gonçalo:.....	170
4.4.4. Dados sobre a pesquisa social no CTR Dois Arcos:	171
4.4.5. Principais resultados acerca da percepção de impactos socioambientais: ...	172
4.5. Resultados gerais dos indicadores e constituição do ISOAS dos CTRs:	175
4.6. <i>Dashboards</i> operacionais dos CTRs:.....	179
5. DISCUSSÕES	184

5.1. Análise crítica da constituição e do manuseio do ISOAS:.....	184
5.2. Análise crítica da aplicação da metodologia e de seus resultados:.....	189
5.2.1. Expressividade dos CTRs coparticipantes:.....	189
5.2.2. Análise integrada dos resultados do ISOAS:.....	191
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS:.....	201
7. SUGESTÕES:.....	204
REFERÊNCIAS.....	206
ANEXOS:.....	214

INTRODUÇÃO:

Problemática:

A destinação final ambientalmente adequada de resíduos figura como uma importante ação para mudanças no paradigma ambiental. O tema é pauta prioritária para empresas, governos e sociedade que almejam contribuir para a mudança deste status e para o desenvolvimento de uma economia circular, que ressignifique os resíduos e consequentemente a lógica do descarte.

Em outubro de 2010 foi sancionada a Lei 12.305 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil. Desta forma, as diversas esferas governamentais deram início a um processo de articulação política, técnica e legal a fim de reverter o cenário da gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no País, até então, marcado pela disposição final inadequada em vazadouros.

Apesar dos esforços públicos e privados, em todos os estados Brasileiros ainda há vazadouros operando sem qualquer controle, causando alterações na qualidade ambiental através da contaminação de solo, água subterrânea e água superficial, propiciando a proliferação de vetores e deflagrando doenças. Infelizmente, ainda restam tais traços de medievalidade nas práticas de gestão resíduos no País. Esta cultura baseada no descaso ambiental sistemático desvia do olhar ambiental necessário à manutenção do equilíbrio ecológico.

A necessária alteração deste status traz novos desafios à gestores públicos, privados e para a própria sociedade. Não se trata apenas de encerrar vazadouros, mas sim, remediar os mesmos e propor uma solução ambientalmente adequada ao descarte, ainda, dos resíduos.

Os aterros sanitários figuram como uma solução que atende aos requisitos de viabilidade para disposição adequada dos resíduos. Entretanto, esta solução também acaba por representar uma nova problemática a ser enfrentada. A pulverização de áreas de disposição final, mesmo que construídas atendendo aos mais rigorosos padrões normativos e legais, representa novos riscos ao meio ambiente e à saúde pública, em especial, devido à hipótese de operação deficiente e pouco harmônica à comunidade de entorno.

Desta forma, faz-se necessária uma constante avaliação do desempenho ambiental dessa atividade. Esta avaliação deve estar baseada em procedimentos

gerenciais, criados e continuamente aferidos sob os pilares da sustentabilidade, englobando critérios técnicos-ambientais, econômicos e socioambientais.

A avaliação do desempenho ambiental figura como uma importante estratégia de gestão para a redução dos riscos ambientais da atividade. A criação de procedimentos gerenciais pode auxiliar na elaboração de políticas públicas, bem como, na verificação de eficácia das mesmas. Para tal, é fundamental, o desenvolvimento de indicadores de desempenho que forneçam retratos da condição de sustentabilidade dos aterros sanitários, de maneira simples, apesar das complexidades inerentes à atividade.

O denominado Índice de Sustentabilidade Operacional de Aterros Sanitários (ISOAS) almeja este objetivo. Propõe, através da avaliação de indicadores técnicos-ambientais, econômicos e socioambientais, a verificação da condição de sustentabilidade operacional dos aterros, possibilitando, a partir de uma série histórica, verificar evoluções ou retrocessos no desempenho ambiental da atividade.

A ferramenta também pode auxiliar profissionais, gestores, auditores e fiscais na identificação de problemas (agudos e crônicos) durante o acompanhamento das rotinas operacionais da atividade, bem como integrar a percepção social (relativa à população diretamente afetada pelo empreendimento) no processo decisório inerente a ações de gestão e gerenciamento do aterro. Desta forma, acredita-se ainda que a ferramenta possa auxiliar gestores públicos no mapeamento de fragilidades municipais e regionais quanto à gestão de RSU, possibilitando a verificação da eficácia de políticas públicas em curso, ou, até mesmo, o realinhamento de estratégias e consequente revisão das mesmas.

Objetivo Geral:

Propor métrica de avaliação de desempenho ambiental de aterros sanitários a partir do desenvolvimento, parametrização e integração de indicadores técnico-ambientais, econômicos e socioambientais, e; da constituição de um índice de sustentabilidade operacional.

Objetivos Específicos:

- Desenvolver, parametrizar e integrar indicadores técnico-ambientais para a avaliação das características locais, infraestrutura implantada e condições operacionais dos aterros sanitários;
- Desenvolver, parametrizar e integrar indicadores econômicos para avaliar o equilíbrio financeiro das rotinas operacionais dos aterros sanitários a partir da análise integrada de custos, receitas e inadimplência;
- Desenvolver, parametrizar e integrar indicadores socioambientais para avaliar a percepção da comunidade residente e domiciliada na área de influência direta do empreendimento acerca da ocorrência de impactos ambientais nas rotinas operacionais;
- Propor metodologia de integração de indicadores técnico-ambientais, econômicos e socioambientais para a constituição do índice de sustentabilidade operacional de aterros sanitários (ISOAS);
- Produzir modelo de *dashboard* operacional para apresentação dos resultados obtidos a partir da aplicação da metodologia;
- Aplicar a metodologia em pelo menos quatro aterros sanitários, de diferentes portes, no Estado do Rio de Janeiro, a fim de criticar o seu manuseio, gerar resultados e propiciar uma discussão sobre os mesmos.

Contribuições científicas:

Após a coleta de dados, revisão bibliográfica e análise crítica das informações apresentadas, pode-se concluir que o tema proposto está de acordo com as atuais necessidades técnicas e teóricas relativas à avaliação de desempenho operacional de aterros sanitários. O resultado da pesquisa poderá ser utilizado como fonte de consulta de informações por pesquisadores e gestores envolvidos com práticas que tangenciam políticas públicas para: a destinação final de resíduos; a construção de indicadores de sustentabilidade; a avaliação de desempenho ambiental; a sustentabilidade de aterros sanitários, dentre outros temas transversais abordados na tese.

Adicionalmente acredita-se que o ISOAS possa ser amplamente utilizado no âmbito da pesquisa acadêmica, em projetos de iniciação científica, monografias, dissertações, teses e artigos. A aplicação da metodologia pode gerar análises de

sustentabilidade operacional em todo o território nacional, propiciando ainda criticar modelos de gestão e políticas públicas correntes. Por fim, órgãos ambientais e empresas gestoras de aterros podem utilizar o ISOAS como ferramenta gerencial para otimização de processos, redução de níveis de subjetividade em avaliações de desempenho e como base de dados para subsidiar processos decisórios.

Estrutura do trabalho:

A presente tese foi estruturada nos seguintes itens: Introdução; Revisão Bibliográfica; Metodologia; Resultados; Discussão; Considerações Finais e; Sugestões de Trabalhos Futuros. A revisão bibliográfica é iniciada com uma contextualização ampla sobre políticas públicas e sustentabilidade na gestão de resíduos. Em seguida é discutido o uso de indicadores de desempenho para mensuração de sustentabilidade. São apresentados os diversos tipos de indicadores de desempenho, suas estratégias de aplicação, seus processos de seleção, os requisitos para a avaliação de sustentabilidade e o processo de avaliação de desempenho ambiental no âmbito da norma ABNT/NBR ISO 14.031/15.

O tratamento e a destinação final de RSU no Brasil também são apresentados na revisão bibliográfica. Objetiva-se apresentar um quadro diagnóstico geral do país e alguns dados norteadores das ações de gestão e gerenciamento. A concepção geral dos aterros sanitários também é esmiuçada na revisão. São apresentados aspectos técnicos e normativos da localização, implantação e operação de aterros sanitários no cenário nacional e internacional. O processo de avaliação de impactos e riscos ambientais também é detalhado a fim de subsidiar o desenvolvimento das técnicas que integram a metodologia. Dá-se ênfase ao contexto da avaliação de impactos prevista da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) e aos impactos ambientais e medidas mitigadoras típicas de aterros sanitários. Por fim, a Revisão Bibliográfica discorre sobre a percepção socioambiental como ferramenta de avaliação de desempenho, detalhando o processo de percepção ambiental e as diferentes óticas de ocorrências de impactos ambientais.

Para a constituição da metodologia, inicialmente, baseou-se em uma extensa revisão bibliográfica visando estabelecer um denso referencial teórico, direcionado para a busca de conceitos, legislações, normas, diretrizes e procedimentos, nacionais e internacionais sobre a temática. Após a internalização das informações, foi efetuada a proposição dos indicadores de desempenho constituintes do ISOAS. Nos resultados

estão apresentados o questionário com os indicadores e sua validação pelo método Delphi e o modelo matemático produzido para a obtenção do ISOAS. Utilizou-se como critério fundamental o conceito Triple *Bottom Line* (TBL) de John Elkington (1997), no qual, os valores resultantes da análise de cada um dos indicadores são processados, sendo obtido um valor percentual que representa a sustentabilidade do aterro. Também são apresentados e discutidos os resultados da aplicação do ISOAS em 4 aterros sanitários.

Os resultados foram subdivididos em oito grupos de informações: Resultados gerais quanto à constituição da ferramenta ISOAS; Impressões gerais sobre o manuseio do ISOAS; Resultados quanto às informações gerais; Resultados quanto à situação técnica-ambiental dos aterros; Resultados quanto à situação econômica dos aterros; Resultados quanto à situação socioambiental dos aterros; Resultados gerais dos indicadores (constituição do ISOAS) e a apresentação dos dashboards operacionais dos aterros coparticipantes.

Foi produzida uma extensa discussão com foco na realização de uma análise crítica acerca da constituição e do manuseio do ISOAS. Objetivou-se deslocar o autor da posição de desenvolvedor para a posição de usuário da ferramenta, permitindo assim a identificação de forças, fraquezas, ameaças e oportunidades da metodologia. Em ato contínuo, a discussão ateve-se a produzir uma análise crítica sobre a aplicação do ISOAS e dos resultados produzidos. Neste item avaliou-se a expressividade dos aterros coparticipantes da pesquisa frente aos cenários nacional e estadual, bem como a realização de uma análise integrada dos resultados do ISOAS.

Nas considerações finais, se procedeu a síntese dos principais elementos da Tese, reuniu-se contextos, metodologias, resultados e discussões para posterior fechamento das questões suscitadas na introdução do trabalho.

Por fim, na sugestão de trabalhos futuros, objetivou-se expandir os horizontes de aplicação da presente Tese, com o fito de permitir novas pesquisas a partir do uso da ferramenta ISOAS.

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Weetman (2019, p. 31), a população mundial cresceu exponencialmente nas últimas décadas, saltando de 3,3 bilhões de habitantes para 7,2 bilhões em 2015. Este crescimento impulsionou o comércio global, o processo de urbanização, o processo de industrialização e a degradação ambiental. A concentração de capital acirrou pressões ambientais e as injustiças sociais. A lógica da economia linear, “extrair, produzir, comercializar e descartar” vem gerando sobrecargas ecológicas sem precedentes, levando ao cenário de caos ambientais que se vive hoje em uma nova era geológica, o antropoceno.

Para Silva e Arbilla (2018) o antropoceno sugere uma drástica mudança na relação entre a espécie humana e o meio ambiente nos últimos dois séculos. Esta relação foi afetada por alterações climáticas derivadas da emissão de poluentes atmosféricos, bem como contaminação de solo e águas subterrâneas por novas substâncias químicas, até então, desconhecidos pelos ciclos biogeoquímicos do nosso Planeta e/ou pela ampla degradação ambiental derivada da mineração, agronegócio, disposição inadequada de resíduos e etc. Tais ações sugerem que, nos últimos séculos a espécie humana impulsionou a nossa saída do holoceno e ingresso na “época dos humanos”. Este processo pode ser visto por uma perspectiva geológica, ou de forma mais ampla, como um conceito que envolve o meio ambiente, a química, a biologia, a cultura, a economia e as relações políticas e econômicas (SILVA e ARBILA, 2018).

De acordo com Brandenburg (1996 apud DEPONTI 2007), o nosso atual desafio ambiental é fundamentado na necessidade de produção de conhecimento relacionando sociedade e meio ambiente. Este conhecimento não deve ficar restrito à restauração do equilíbrio do ambiente natural, mas sim em pensar e articular o conhecimento com um processo de desenvolvimento transformador e multidimensional. Este desafio envolve múltiplos conhecimentos e diferentes óticas.

A questão dos resíduos sólidos faz parte deste complexo desafio e, por isto, discutir e construir conhecimento sobre o tema pode auxiliar no desenvolvimento de ferramentas de gestão ambiental e na consolidação de políticas públicas eficientes, refletindo ações em benefícios socioambientais.

1.1. Políticas públicas e sustentabilidade na gestão de resíduos:

Segundo Teixeira (2002), as políticas públicas traduzem, no seu processo de elaboração e implantação e, sobretudo, em seus resultados, formas de exercício do poder político, envolvendo a distribuição e redistribuição de poder, o conflito social nos processos de decisão e a repartição de custos e benefícios sociais.

Para Ribeiro (2009), os instrumentos das políticas públicas ambientais têm se multiplicado para além dos tradicionais padrões e licenças, rumo a ferramentas econômicas e, mais recentemente, à inovadores mecanismos baseados em desempenho.

Fato é que todas as atividades humanas geram, direta ou indiretamente, resíduos a serem geridos pelo poder público. O crescimento demográfico e a urbanização vêm influenciando no processo de industrialização e no desenvolvimento da economia. Esta ação acaba por aumentar o poder de consumo da população e, conseqüentemente, o volume de resíduos descartados no ambiente. Em meio a este processo, se identifica a importância da gestão municipal dos resíduos para a manutenção de um meio ambiente sadio e equilibrado. Gestores públicos em harmonia com empresas privadas devem propor o gerenciamento desses resíduos, desde a coleta à destinação final ambientalmente adequada.

Cabe frisar que esta ação vem sendo dificultada pela variabilidade, toxicidade e periculosidade dos “novos resíduos” gerados a partir dos avanços tecnológicos da indústria petroquímica e química, tornando ainda mais complexo este processo de gestão.

Cabe comentar que a Agenda 21 possui como um dos temas principais, o tratamento e destinação responsável dos diversos tipos de resíduos (sólidos, orgânicos, hospitalares, tóxicos, radioativos), bem como a mudança nos padrões de consumo. De acordo com Ferreira (2006), a Agenda 21 aborda o gerenciamento de resíduos de forma diferente ou mais abrangente da convencional (coleta, transporte, tratamento e destinação final), propondo mudanças nos hábitos contemporâneos, desde os padrões de produção, passando pelo consumo até a geração de resíduos, sendo esta uma das alternativas para a preservação do planeta. Ainda segundo o autor, a Agenda 21 propôs programas para balizar a resolução dos problemas de gerenciamento de resíduos, sendo eles: Minimização da geração de resíduos; Maximização de práticas de reutilização e reciclagem e; Implementação de sistemas de tratamento e disposição de resíduos.

A Agenda 21 preconiza que, para que a estrutura do manejo de resíduos esteja adequada, esses programas devem estar integrados e ter a participação de todos os setores da sociedade. Desta forma, a Rio-92 e a Agenda 21 resultaram em diretrizes indutoras de políticas públicas para conciliar o desenvolvimento econômico e social com a preservação do meio ambiente.

Em 2010, no Brasil, foi aprovada e instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que, além de vincular-se e integrar-se com diversas outras leis importantes para o país, promove obrigações à sociedade em geral (governantes, empresários e cidadãos) quanto ao gerenciamento dos resíduos sólidos.

A PNRS inova ao estabelecer a responsabilidade da sociedade civil, governantes e empresas particulares, salienta o disposto na Agenda 21 com relação a mudança no estilo de vida da população e o incentivo ao consumo mais consciente, assim como nas políticas sociais e de saúde pública. Reforça, ainda, o que ficou definido no art. 225º da Constituição Federal, responsabilizando à toda a sociedade (incluindo o poder público) quanto a proteção e preservação do meio ambiente para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

Vilhena (2010) ressalta que os RSU quando descartados possuem composições diferentes que variam de acordo com os aspectos sociais, culturais, econômicos, climáticos e geográficos de uma população. O autor salienta ainda, que esse conjunto de materiais tende a ter a porção de matéria orgânica reduzida em locais onde a população possui potencial de renda elevado ou em países mais desenvolvidos e industrializados, apontando a incidência de alimentos semi-preparados e, conseqüentemente, maior utilização de materiais descartáveis e com possibilidade de reciclagem.

No Brasil, de acordo com dados da ABRELPE (2018) uma fração significativa dos RSU produzidos são dispostos diretamente em aproximadamente 3.000 vazadouros a céu aberto, sem processo de segregação e outras formas de reutilização ou tratamento, em claro descumprimento aos preceitos da hierarquia de gestão proposta pelo artigo 9º da PNRS.

De acordo com Mazzali (2013) dois conceitos são fundamentais para a compreensão da gestão sustentável nas esferas macro e microeconômica, sendo eles os conceitos de desenvolvimento sustentável e de sustentabilidade empresarial. O desenvolvimento sustentável é um conceito abrangente, global e que expressa uma preocupação com o futuro da sociedade humana e suas interdependências sociais e

ambientais. Uma sociedade só se sustentará no longo prazo se preservar os recursos de que necessitará em seu próprio futuro, sejam estes recursos sociais, ambientais ou econômicos.

Para que o desenvolvimento sustentável seja alcançado, é crucial harmonizar três elementos centrais: crescimento econômico, inclusão social e proteção ao meio ambiente. Esses elementos são interligados e fundamentais para o bem-estar dos indivíduos e das sociedades (PNUD, 2019).

Vale comentar que os 193 países-membros das Nações Unidas adotaram oficialmente a nova agenda de desenvolvimento sustentável, intitulada “Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”, na Cúpula de Desenvolvimento Sustentável, realizada na sede da ONU em Nova York, em setembro de 2015. Essa agenda contém 17 Objetivos e 169 metas.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são um chamado universal para ação contra a pobreza, proteção do planeta e para garantir que todas as pessoas tenham paz e prosperidade. Esses 17 Objetivos foram construídos com o sucesso dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, incluindo novos temas, como a mudança global do clima, desigualdade econômica, inovação, consumo sustentável, paz e justiça, entre outras prioridades. (PNUD, 2019).

Já o termo sustentabilidade empresarial possui um conceito mais restrito a esfera das sociedades empresariais, que pode ser estendido às organizações institucionais e até mesmo às governamentais. Segundo o Instituto Ethos de Empresas e Responsabilidade Social (2019), a sustentabilidade empresarial consiste em assegurar o sucesso do negócio no longo prazo e, ao mesmo tempo, contribuir para o desenvolvimento econômico e social da comunidade, para um meio ambiente saudável e uma sociedade estável.

Como nas organizações os resultados se originam de relações, Mazzali (2014) propõe complementar o termo afirmando que a sustentabilidade empresarial se dá por meio da forma de gestão, que se define pela relação ética da empresa com todos os públicos com os quais ela se relaciona e pelo estabelecimento de metas empresariais compatíveis com o desenvolvimento sustentável da sociedade.

Elkington (1997 apud MAZZALI, 2013) afirma que uma empresa sustentável é aquela que contribui para o desenvolvimento sustentável ao gerar, de modo equilibrado, benefícios econômicos, sociais e ambientais. Elkington é o autor da expressão *Triple Bottom Line* (TBL), atualmente muito utilizado no ambiente

empresarial, que sintetiza o equilíbrio de resultados sociais, econômicos e ambientais, conforme a figura 01:

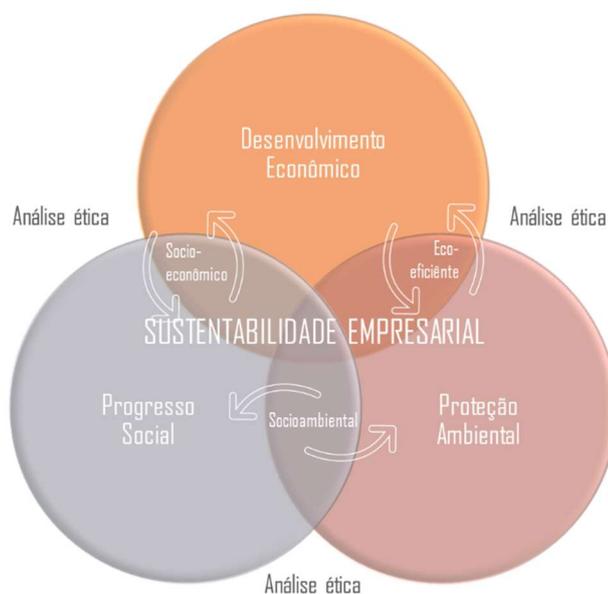


Figura 01: Representação iconográfica do TBL.
Fonte: Adaptado de Mazzali 2014.

Vive-se hoje um período de busca de mudanças do paradigma quanto a sustentabilidade empresarial, de um modelo voltado apenas para a busca e maximização de resultado econômicos para um modelo de gestão sustentável, em que são consideradas as demandas de todos os *stakeholders*¹ (público estratégico ou grupo de interessados).

Outros autores preferem referir-se à sustentabilidade sob uma ótica menos abrangente, valorizando o papel dos aspectos do meio biofísico (HACKING e GUTHRIE, 2008 apud PHILIP JR., 2015). No entanto, é necessária cautela, pois este raciocínio pode induzir que é possível alcançar a sustentabilidade em ações independentes, como alcançar a sustentabilidade social sem que haja sustentabilidade econômica.

A multidimensionalidade do que é preconizado pelo desenvolvimento sustentável leva também a uma ampla gama de interpretações sobre os caminhos para se alcançar as exigências de qualidade de vida e ambiental simultaneamente. A sustentabilidade é uma questão primordialmente ética, e é por isso que não é e nem

¹ *Stakeholder*: Um indivíduo, grupo ou organização que possa afetar, ser afetado ou sentir-se afetado por uma decisão, atividade ou resultado de um projeto. (Fonte: Guia PMBOK, 6ª ed.)

se tornará uma noção de natureza precisa, discreta, analítica ou aritmética. Nobre (2002 apud PHILIPPI JR., 2015) considera que a noção de sustentabilidade só conseguiu se tornar quase universalmente aceita porque reuniu sob si posições teóricas e políticas diversas, mesmo que contraditórias e até mesmo opostas. E isso só foi possível exatamente porque essa noção não nasceu com uma definição restrita, mas se apresentou ampla o suficiente para que pudesse despertar interesses de diferentes grupos e assim ter seu sentido construído em debates teóricos e políticos.

Com isso, o que deve ser sustentável, porque, para quem e por quanto tempo são questões-chave que possuem distintas respostas para diferentes *stakeholders*, refletindo valores e interesses diversos. Por este motivo, muitas das propostas de sustentabilidade (públicas e privadas) preveem elevado nível de participação dos *stakeholders*, uma vez que a visão de futuro desses grupos é fundamental na definição de ações a serem priorizadas.

Entretanto, além desta participação, outro ponto se destaca para o atingimento de uma performance empresarial sustentável, o processo decisório. Naturalmente, muitos processos participativos são apenas consultivos e não deliberativos, permitindo que um grupo bem reduzido de *stakeholders* detenha o poder de decisão, a despeito das preocupações expostas pelos demais participantes do processo (BARROS 2013).

Na realidade, a real participação das partes interessadas no processo pressupõe implementar ações de sensibilização e mobilização de lideranças, criando canais de diálogo e um ambiente de credibilidade. Logo, as ações de sustentabilidade sempre possuem ótica interdisciplinar, dada a elevada exigência de integração entre conhecimentos técnicos e científicos, e ainda sua forte dependência do contexto político e institucional.

Segundo Barros (2013), a partir do final da década de 80, a conflitante relação entre atividades produtivas e as questões ambientais modificou-se substancialmente. Antes o antagonismo entre o crescimento econômico e a proteção ambiental traduzia uma visão meramente desenvolvimentista, de curto prazo. Hoje, o novo relacionamento transforma interesses econômicos e ambientais em parceiros de uma concepção produtiva de vanguarda.

Os avanços na compreensão do termo sustentabilidade induziram a busca por novos objetivos na proteção ambiental, na justiça social e na viabilidade econômica (PHILIPPI JR, 2015). Essa experiência acumulada permitiu avançar no delineamento

de requerimentos importantes em processos que almejam alcançar resultados alinhados ao que é preconizado pela sustentabilidade.

A partir da década de 90, a gestão ambiental empresarial tornou-se sinônimo de redução de desperdícios e da poluição, da maior produtividade e, sobretudo, da melhor e mais sadia competitividade, que impulsiona o mundo dos negócios. Para o contexto da gestão ambiental, entendida como um conjunto de ações que visam a proteção ambiental, o debate acerca da sustentabilidade e os esforços para a concretização desse paradigma levam a ampliação do seu escopo. Tem como um dos principais pontos positivos o fortalecimento do diálogo entre questões do meio biofísico como questões socioeconômicas. Essa abordagem é denominada por diversos autores como avaliação de sustentabilidade (PHILIPPI JR., 2015)

Assim, a adoção do conceito de sustentabilidade na gestão ambiental tem como fortaleza a promoção do diálogo entre agendas, que leva a identificação de interfaces, no sentido de traduzir *trade-offs*² e ampliar possibilidades de cooperação em uma perspectiva inter e intrageracional (GIBSON, 2005 apud PHILIPPI JR., 2015).

1.2. Premissas da análise de desempenho:

Para Francischini *et al* (2017), implementar um sistema de medição de desempenho é o mesmo que propor um plano de ação para resolver um problema. Logo, para ter sucesso nesta ação, o avaliador deve conhecer a fundo o problema a ser resolvido. Segundo o autor o desempenho é a comparação do que foi realizado pela operação em relação à uma expectativa do cliente ou objetivo do avaliador. Os indicadores são medidas qualitativas ou quantitativas que mostram o estado de uma operação, processo ou sistema. Desta forma, os indicadores de desempenho podem ser entendidos como medidas que mostram a comparação do que foi realizado pela operação em relação a uma expectativa ou objetivo (FRANCISCHINI, 2007).

Segundo a *European Environment Agency*:

“[...] um indicador é uma medida geralmente quantitativa que pode ser usada para ilustrar e comunicar fenômenos complexos de maneira simples, fornecendo uma pista sobre assuntos significativos ou tornando perceptível uma tendência ou fenômeno que não é imediatamente observável” (EEA, 2005).

² *Trade-offs*: Situação na qual há benefícios para uma agenda e prejuízos para outra. (Fonte: Philippi Jr, 2015 p.887)

A utilização de indicadores vem ganhando um peso crescente nas metodologias utilizadas para resumir a informação de carácter técnico e científico, na forma original e bruta. Dessa forma, a utilização de indicadores permite transmitir a informação, de forma sintética, preservando o essencial dos dados originais, além de possibilitar o uso apenas das variáveis que melhor se aplicam à atividade avaliada.

Desta forma, a informação se torna mais útil aos tomadores de decisão, gestores políticos, grupos de interesse e ao público em geral, por exemplo, é possível avaliar o desempenho sustentável de um país através de metas que ele estabeleceu para diversos indicadores. Estabelecidas estas metas é possível, em qualquer momento, avaliar o distanciamento de seus objetivos. Caso não exista clareza na definição dos objetivos dos indicadores, certamente os gestores terão dificuldades para impor um ritmo ou medir o progresso necessário ao atingimento das metas estabelecidas.

Indicadores apontam, mas não resolvem um problema, a atuação do gestor da problemática é que fará a diferença na resolução do problema e manutenção de um estado desejado. Para Francischini e Francischini (2017), implantar um sistema de medição de desempenho traz benefícios às empresas, sendo eles: 1) Melhoria no controle da empresa; 2) Comunicação clara dos objetivos; 3) Motivação dos funcionários; 4) Direcionamento de melhorias na empresa.

Em linhas gerais, pode-se analisar as avaliações de desempenho sob duas perspectivas distintas, em relação à expectativa de um cliente e em relação aos objetivos de um gestor.

- Em relação a expectativa de um cliente:
 - Se o que foi realizado pela operação for menor do que a expectativa do cliente, diz-se que o cliente está insatisfeito;
 - Se o que foi realizado pela operação for igual à expectativa do cliente, diz-se que o cliente está satisfeito;
 - Se o que foi realizado pela operação for maior do que a expectativa do cliente, diz-se que o cliente está encantado;

- Em relação aos objetivos propostos por um gestor:
 - Se o que foi realizado pela operação for menor do que o objetivo do gestor, diz-se que o seu desempenho está insatisfatório;

- Se o que foi realizado pela operação for igual ao objetivo do gestor, diz-se que o desempenho está satisfatório;
- Se o que foi realizado pela operação for maior do que o objetivo do gestor, diz-se que o desempenho está excelente;

Para Francischini e Francischini (2017), é importante colocar que a palavra operação, utilizada na exposição do conceito de desempenho, pode referenciar qualquer nível de agregação: operação realizada por um processo, um indivíduo, um setor, um departamento, uma diretoria ou uma empresa inteira. Outro ponto relevante para os gestores é, “antes de pensar no conceito de satisfação, identifiquem qual é a expectativa de seu cliente ou líder”, este diagnóstico prévio é fundamental para o sucesso da empreitada.

A função dos indicadores de desempenho é mostrar a ocorrência ou ausência de fatos. Os indicadores devem ser capazes de chamar a atenção de um analista, líder ou gestor, sobre os problemas que estão ocorrendo em um sistema produtivo, empresa ou equipe. Eles devem ser capazes de nos mostrar o real estado de uma operação e de monitorar seus aspectos críticos. Enfim, um indicador fornece informações relevantes para a avaliação de uma determinada situação. Pode-se utilizar o conceito de desempenho para verificar diversos aspectos, dependendo apenas da necessidade de análise em um determinado momento, por exemplo:

- Verificar a utilização adequada de um recurso de produção, sem examinar se a quantidade do produto produzido está de acordo com o que foi planejado, ou seja, o foco é nas entradas do sistema de produção;
- Verificar se está atingindo a quantidade de produtos programada, não importando se os recursos produtivos estão sendo bem empregados ou não, ou seja, o foco é nas saídas do sistema de produção;
- Verificar se para quantidade de produto produzido está sendo utilizada uma quantidade de recurso compatível, ou seja, o foco é no processo produtivo de um sistema de produção: uma relação “entrada x saída”;
- Ampliar ainda mais as possibilidades de comparação ao introduzir valores monetários na análise. Pode-se comparar se: 1) A lucratividade da empresa está atingindo os valores desejados pelos acionistas; 2) Os custos estão de acordo com o que foi orçado; 3) As metas de venda estão sendo cumpridas.

1.2.1. *Key Performance Indicator* (KPI):

Um Indicador-chave de desempenho (*Key Performance Indicator* ou *Key Success Indicator*), é uma ferramenta de gestão para se realizar a medição e o consequente nível de desempenho e sucesso de uma organização ou de um determinado processo, focando no “como” e indicando quão bem os processos dessa empresa estão permitindo que seus objetivos sejam alcançados (FRANCISCHINI; FRANCISCHINI, 2017). Existem diferentes categorias de indicadores, que podem ser quantitativos, qualitativos, principais, de atraso, de entrada, de processo, direcionais, acionáveis, financeiros e etc. KPIs devem ser entendidos como “veículos de comunicação”, pois permitem que gestores comuniquem o quão eficiente um processo é e como está seu desempenho ao longo de um período determinado.

De posse dessas informações, cabe ao gestor e equipe traçarem planos de ação para o atingimento de determinadas metas ou até mesmo valer-se dos KPIs para saberem se estão ou não no caminho certo. O passo mais difícil na construção de um KPI talvez seja a definição da meta que se deseja alcançar. Isso porque o executivo precisa saber exatamente onde quer chegar e o que é relevante ao seu processo.

1.2.2. Eficácia, eficiência e produtividade:

Druker (1990) faz um jogo de palavras para apresentar os conceitos de eficácia, eficiência e produtividade. Para o autor, eficácia é “fazer a coisa certa”, em síntese, o relevante é saber se o objetivo foi atingido, independente da forma com que foi feita ou da quantidade de recursos utilizados. O que importa é o resultado alcançado e não o meio de consegui-lo. Eficiência é fazer “certo a coisa”, neste caso significa que o meio utilizado para atingir o resultado está correto, não importando se o resultado é adequado ou não. Para o autor, produtividade é “fazer certo a coisa certa”, ser produtivo significa obter o melhor resultado utilizando os melhores meios para tal, sendo ambos significativos para a avaliação.

Para Francischini e Francischini (2017), eficácia mede o volume de produção realizada em relação à produção planejada sem considerar o volume de uso de recursos. Já eficiência, na visão do autor, possui o mesmo significado de produtividade, sendo produtividade a medição do volume de produto fabricado em relação ao uso de recursos utilizados para a fabricação.

De acordo com a revisão da ISO 9.000 de 2015, eficácia é definida como a relação entre o resultado alcançado e o resultado planejado. Eficiência é entendida

como a relação entre o resultado alcançado e os recursos utilizados. A ISO não possui uma definição clara de produtividade, mas no seu campo de vocabulários, sugere-se que produtividade e eficiência sejam sinônimos.

1.2.3. Avaliação de desempenho e meritocracia:

A meritocracia pressupõe recompensas e algum tipo de punição a indivíduos e grupos derivados de uma avaliação de desempenho, portanto, pode-se ter um dos componentes, sem, necessariamente ter o outro (FRANCISCHINI, FRANCISCHINI, 2017). A meritocracia em uma avaliação de desempenho equivocada produz injustiças, sujeitando o processo à uma percepção subjetiva, política e/ou nepótica. Entretanto, não fazer uso do conceito de meritocracia em uma avaliação de desempenho é declinar de um dos principais benefícios do método, fomentar a motivação para se aumentar a eficiência.

Para Francischini e Francischini (2017) a avaliação de desempenho que seja considerada perfeita às necessidades de uma empresa é extremamente difícil de ser implementada (virtualmente impossível), dada a necessidade de produção de focos de ação (é impossível controlar todos os aspectos de uma empresa). Quando se foca em uma ou até mesmo dez ações, deixa-se outras dezenas desguarnecidas e distorcidas para os gestores. Na perspectiva de grupos distintos, eventualmente não contemplados e integralmente considerados na análise, podem surgir brechas a injustiças e questionamentos do método utilizado.

A meritocracia se opõe à lógica da valorização da experiência adquirida durante anos de dedicação, e também é oposta à lógica isonômica segundo a qual aquilo que se dá a um tem que ser estendido a todos. Objetiva-se o desenvolvimento de critérios e métricas para que haja justiça em uma atividade comparável, mesmo havendo riscos significativos de gerar injustiça quando os critérios não são bem definidos e a análise não é executada de maneira isenta.

1.2.4. Índices e indicadores:

Para Francischini e Francischini (2017), índice é um caso especial de indicador. De maneira geral, um indicador possui uma unidade de medida enquanto um índice utiliza pontos para medir a sua evolução. Os índices apresentam características gerenciais, ou seja, tratam de grandezas complexas com caráter agregativo e sintético por meio de uma pontuação admissional. São utilizados para mostrar: 1) a evolução

de uma determinada variável em relação a um valor de referência temporal; 2) a composição de vários indicadores ponderados para formar um novo valor que agregue seu comportamento equivalente e; 3) a quantificação de avaliações qualitativas.

1.2.5. *Dashboard*:

Um *dashboard* ou painel de instrumentos é caracterizado por um conjunto de gráficos e diagramas que fornece uma visão geral das informações e métricas mais importantes em uma avaliação de desempenho. Segundo Francischini e Francischini (2017), permitem o monitoramento simultâneo de várias métricas para que se possa verificar rapidamente o comportamento dos indicadores ou analisar correlações entre diferentes relatórios.

Podem ser utilizados gráficos em linha, gráficos de barra, gráficos de pizza, gráfico de barras acumuladas, gráficos de radar, faróis, velocímetros e diversos outros recursos que exprimem de maneira simples, indicadores e processos complexos. Segundo os autores, não existe um método correto para a construção de um *dashboard*. Deve-se apenas escolher tipos de gráfico e informações que o gestor do processo julgar importantes para ter maior celeridade na identificação de problemas e adotar ações corretivas.

1.3. Indicadores de desempenho para mensuração da sustentabilidade:

A partir da Rio-92, o conceito de desenvolvimento sustentável passou a incorporar a estratégia política dos governos, envolvendo questões ambientais, econômicas sociais e institucionais (BARROS, 2013).

Uma ferramenta básica para a aplicação do conceito de desenvolvimento sustentável consiste no estabelecimento de objetivos e indicadores que possam dar a medida certa de quanto se progride em direção aos objetivos estabelecidos. Desse modo, os indicadores são projetados para simplificar a informação sobre fenômenos complexos, de modo a melhorar a comunicação.

Dahl (1997) afirma que o maior desafio dos indicadores é fornecer um retrato da situação de sustentabilidade, de uma maneira simples, apesar da incerteza e da complexidade. É sabido que fatores subjetivos e objetivos influenciam na valoração da qualidade ambiental, bem como de seus padrões e indicadores, não sendo esta, uma tarefa simples.

Hammond (1995 apud SANCHEZ, 2013) propõe que os indicadores de desempenho ambiental podem ser utilizados, de forma prática, para realizar previsões de impactos ambientais em ações de planejamento e gestão ambiental. Esses indicadores possuem como características: a quantificação de informação para que seu significado seja entendido rapidamente, e a simplificação de informação sobre processos complexos a fim de melhorar a comunicação. Para Barros (2013) na ausência de metas, a implementação de procedimentos, como a avaliação ambiental estratégica de planos, programas ou políticas setoriais é frustrante e inconclusiva.

1.3.1. Tipos de indicadores:

Quanto ao conteúdo, à amplitude e à natureza do sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável, Barros (2013) propõe quatro categorias: 1) Indicadores ambientais; 2) Indicadores econômicos; 3) Indicadores sociais; 4) Indicadores institucionais.

Segundo Barros (2013), a EEA tem sido pioneira no desenvolvimento de indicadores de desenvolvimento sustentável, desenvolvendo um conjunto de trabalhos e estimulando a sistematização e comparabilidade da informação nos diversos países abrangidos por sua ação, procurando ainda criar sinergias com outros organismos como a Eurostat e a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

1.3.2. Aplicação dos indicadores:

Para Barros (2013) o uso de indicadores para mensurar sustentabilidade ou o desempenho ambiental pode ser útil em diversas aplicações:

- Atribuição de recursos: suporte de decisões, ajudando os tomadores de decisão ou gestores na atribuição de fundos, alocação de recursos naturais e determinação de prioridades;
- Classificação de locais: comparação de condições em diferentes locais ou áreas geográficas;
- Cumprimento de normas legais: aplicação em áreas específicas para esclarecer e sintetizar informações sobre o nível de cumprimento das normas ou de critérios legais;
- Análise de tendências: aplicação de séries de dados para avaliar as tendências no tempo e no espaço;

- Informação: informação a partes interessadas sobre o processo de desenvolvimento sustentável;
- Investigação científica: aplicações em desenvolvimento científico, servindo de alerta para a necessidade de investigação científica mais aprofundada.

A OCDE apresenta quatro grandes grupos de aplicação de indicadores:

- Avaliação do funcionamento dos sistemas ambientais;
- Integração das preocupações ambientais nas políticas setoriais;
- Contabilidade ambiental;
- Avaliação do estado do meio ambiente;

As figuras 2 e 3 a seguir representam a aplicação dos indicadores e a quantidade de informações em função do público alvo.

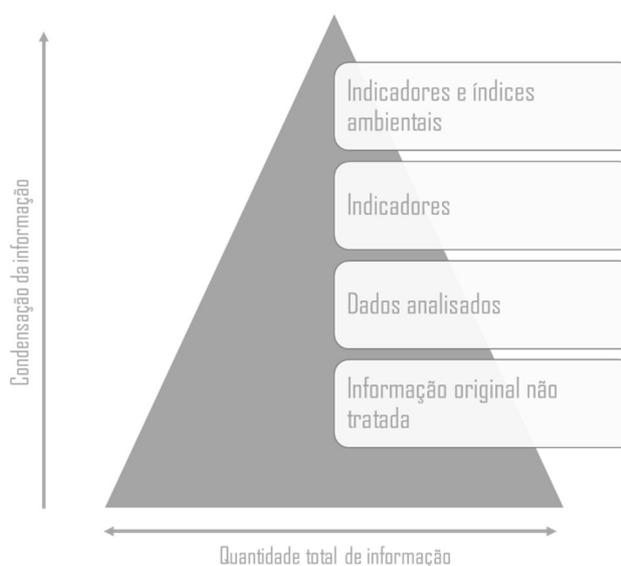


Figura 02: Aplicação de indicadores.
Fonte: Adaptado de Barros 2013.

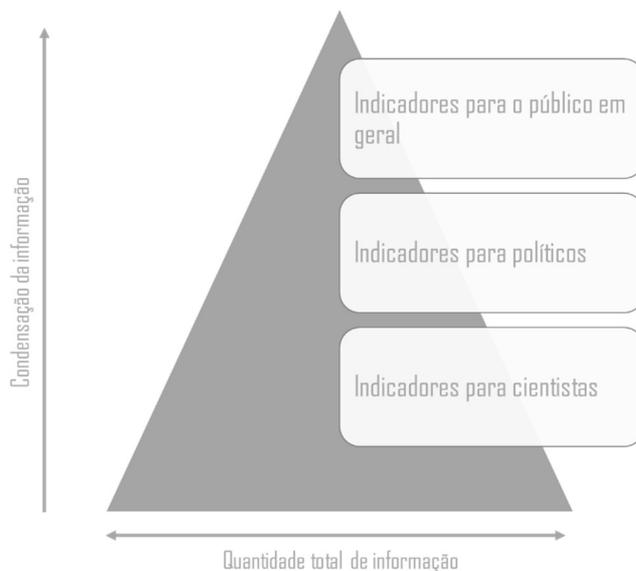


Figura 03: Concentração e quantidade de informação para o público alvo.
Fonte: Adaptado de Barros 2013.

Para Barros (2013), ao escolher um indicador ou um índice, ganha-se em clareza e operabilidade, apesar de se perder em detalhes de informação. De acordo com a classificação da OCDE, os indicadores ambientais podem ser sistematizados pelo modelo “Pressão-Estado-Resposta” (PER), que forma três grupos chaves de indicadores, conforme também apresentado na figura 4:

- **Indicadores de pressão:** caracterizam as pressões sobre os ecossistemas ambientais e podem ser traduzidos por indicadores de eficiência tecnológica, intervenção territorial, impacto ambiental e emissão de contaminantes;
- **Indicadores de estado:** refletem a qualidade do ambiente em um dado horizonte espaço/tempo, como por exemplo, os indicadores de sensibilidade, risco e qualidade ambiental;
- **Indicadores de resposta:** avaliam respostas da sociedade para as alterações e preocupações ambientais, bem como para a adesão a programas ou a implementação de medidas em prol do meio ambiente. Podem ser incluídos, neste grupo, os indicadores de adesão social, de sensibilização e de atividades de grupos sociais importantes.

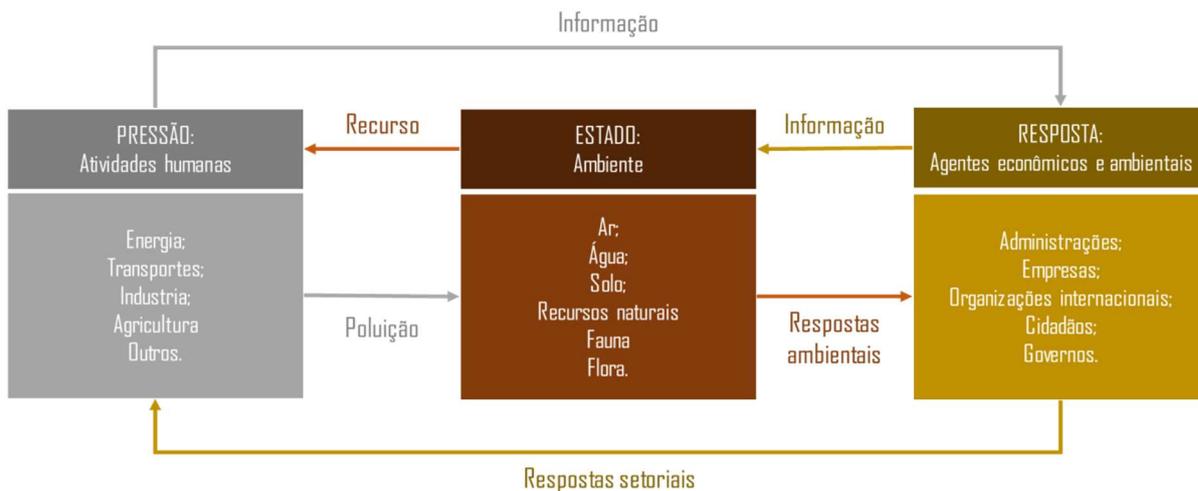


Figura 04: Estrutura conceitual do modelo PER.
Fonte: Adaptado de Barros 2013.

1.3.3. O processo de seleção de indicadores:

O processo de seleção de indicadores deve seguir um conjunto de critérios objetivos, exequíveis e verificáveis, que justifiquem sua escolha. Os indicadores escolhidos devem refletir o significado dos dados na forma original, satisfazendo, por um lado, a conveniência da escolha, e por outro, a precisão e a relevância dos resultados.

Mazzali (2013) propõe alguns dos critérios que podem orientar o processo de seleção dos indicadores, sendo eles:

- I. A existência da linha de base, ou dados preexistentes;
- II. A possibilidade de Inter calibração;
- III. Possibilidade de comparação com critérios legais ou padrões/metast existentes;
- IV. Facilidade e rapidez de determinação e interpretação;
- V. Grau de importância e validação científica;
- VI. Sensibilidade do público alvo;
- VII. Custo de implementação;
- VIII. Rapidez de atualização.

A maioria dos indicadores não preenche todos os critérios desejáveis. Logo, deve haver um compromisso de otimização entre os critérios possíveis e aqueles que são tidos como mais relevantes em cada caso.

1.3.4. Avaliação da sustentabilidade:

A avaliação de sustentabilidade vem sendo estudada como uma nova abordagem ou como um novo instrumento para suporte a decisões direcionadas à promoção da sustentabilidade (PHILIPPI JR., 2015). De acordo com Gibson (2005), as práticas associadas à avaliação de sustentabilidade emergiram da experiência em diversos campos do planejamento, incluindo a avaliação de impactos ambientais, a gestão de recursos naturais, do planejamento de território e da gestão urbana.

De forma simples, a avaliação de sustentabilidade é entendida como qualquer iniciativa que adota a sustentabilidade em seu objetivo (PHILIPPI JR., 2015). Assim, na visão desses autores, o termo avaliação está sendo tomado em um sentido amplo, referindo-se a iniciativas de diagnósticos, planejamentos ou de gerenciamento, de áreas que inclusive estão além da gestão ambiental.

No que tange a avaliação de sustentabilidade para a gestão ambiental, é possível destacar a possibilidade de sua adoção em duas principais atividades: o planejamento ambiental e o gerenciamento ambiental. O planejamento ambiental sempre terá um caráter estratégico, o que significa que deve envolver estudo de alternativas, a fim de dar suporte à decisão de quais ações levarão a níveis de maior sustentabilidade.

Para Santos (2012), planejamento ambiental é aquele que representa: “[...] a adequação de ações à potencialidade, vocação local, e à sua capacidade de suporte, buscando o desenvolvimento harmônico da região e a manutenção da qualidade do ambiente físico, biológico e social”.

Outra iniciativa que faz parte do planejamento ambiental é o estudo de viabilidade ambiental, na qual os estudos de avaliação de impactos ambientais são desenvolvidos em paralelo ou posteriormente ao planejamento de empreendimento ou de políticas públicas para orientar a tomada de decisão, buscando evitar, minimizar ou mitigar impactos adversos (SÁNCHEZ, 2013), como é o caso dos estudos de impacto ambiental e da avaliação estratégica ambiental.

Já o gerenciamento ambiental envolve atividades da implementação e do monitoramento dos planos e ações que fazem parte do sistema de gestão ambiental. Nesse caso aplicam-se experiências voltadas à construção de indicadores ambientais ou de sustentabilidade específicos para avaliar uma região ou produto (PHILIPPI JR., 2015), sem ainda buscar estratégia para a mudança de contexto.

No caso da construção de indicadores de sustentabilidade, muitas experiências se assemelham a diagnósticos ou medidas de monitoramento, nos quais o interesse é a mensuração continuada de níveis de sustentabilidade (BELL, 2008), que fornecerão informações fundamentais para o planejamento ambiental.

Com isso, entende-se que o planejamento ambiental estará sempre associado a processos com decisões estratégicas, que exigem estudos de alternativas visando a um cenário futuro de maior sustentabilidade. As ações de gerenciamento ambiental serão aquelas relacionadas à operacionalização de decisões tomadas em planejamentos ambientais.

Pope (2007 apud PHILIP JR., 2015), afirma que a avaliação de sustentabilidade pode ser desenvolvida como subsidio a uma decisão (planejamento) e/ou para a avaliação de resultados (gerenciamento).

A avaliação de sustentabilidade deve ser vista como uma ferramenta de gestão ambiental que possui o objetivo de inserir, de maneira ampla, as boas práticas sustentáveis à rotina normal das atividades. A definição detalhada das características de um processo de avaliação de sustentabilidade ainda é pouco presente na literatura, apesar do aumento de publicações acerca dessa abordagem.

Entretanto, uma das definições desse processo é apresentada por Gibson (2012), que propõe seis imperativos da avaliação de sustentabilidade, conforme quadro 01.

1	A avaliação de sustentabilidade deve procurar reverter tendências negativas predominantes de insustentabilidade, reconhecendo que cada projeto, programa, plano e política devem trazer contribuições positivas para um futuro desejável e durável. As avaliações ambientais tradicionais são focadas em minimização de impactos negativos, o que não é suficiente para alcançar objetivos de sustentabilidade.
2	A avaliação de sustentabilidade deve buscar integração entre os principais fatores que estiverem relacionados e que afetem perspectivas de um futuro desejável. Comumente, as instituições com poder de decisão possuem pouca capacidade ou pouco interesse em adotar abordagens integradoras, de forma que se as integrações não forem feitas na avaliação de sustentabilidade não serão feitas posteriormente.
3	A avaliação de sustentabilidade deve buscar ganhos múltiplos e mútuos. O processo deve ser um canal para a interdependência da ecologia, economia e sociedade, buscando maneiras de atender aos três de uma vez, de modo que possam ser gerados círculos virtuosos, em espiral ascendente.
4	A avaliação de sustentabilidade deve buscar a minimização de <i>trade-offs</i> . Não se trata de equilibrar economia, ecologia e sociedade como prioridades concorrentes e realizar concessões, mantendo habituais sacrifícios de interesses ecológicos e humanos que são o centro das tendências insustentáveis e tem representação mais fraca nas mesas de decisão.
5	A avaliação de sustentabilidade deve respeitar o contexto. Em cada aplicação, as avaliações devem respeitar as particularidades e especificar os critérios para a avaliação e tomada de decisão, levando em consideração os principais problemas, aspirações, capacidades e interesses dos envolvidos.
6	A avaliação de sustentabilidade deve ser, na medida do possível, aberta e amplamente participativa. Isso porque a avaliação de sustentabilidade não pode ser um mero exercício técnico, é sempre uma questão de escolhas públicas entre opções e os objetivos para um futuro desejável e necessário. Além disso a abertura e o envolvimento também são necessários porque o desafio de construir a sustentabilidade está além das capacidades dos governos e mercados por si só.

Quadro 01: Os seis imperativos da avaliação de sustentabilidade.

Fonte: Adaptado de Gibson (2012 apud PHILIP JR., 2015)

De acordo com Philippi Jr (2015), entre muitas experiências existentes de avaliação de sustentabilidade, dois conjuntos de princípios recebem significativo destaque na área de ciências ambientais, sendo eles a avaliação e mensuração da sustentabilidade de Bellagio e os princípios de sustentabilidade de Gibson.

Avaliação e mensuração da sustentabilidade de Bellagio foi desenvolvida em 1996 por um grupo internacional de profissionais da área de mensuração, que propôs a ferramenta com o objetivo de proporcionar orientação na medição e avaliação do progresso rumo ao desenvolvimento sustentável (HARDI E ZDAN, 1997 apud PHILIPPI JR, 2015).

Os princípios originais publicados em 1997 se tornaram amplamente conhecidos e, a fim de mantê-los atualizados e refletir o contexto de mudança no campo da mensuração, em 2009, na cidade de Bellagio, Itália, foram organizadas a revisão e a atualização, conforme quadro 02.

Princípio 1: Visão orientadora:
A avaliação do progresso em direção ao desenvolvimento sustentável será guiada pelo objetivo de oferecer bem-estar, respeitando a capacidade da biosfera em sustentá-lo para as gerações futuras.
Princípio 2: Considerações essenciais:
A avaliação em direção ao desenvolvimento sustentável levará em consideração: 1) Os sistemas social, econômico e ambiental como um todo e as interações entre seus componentes, incluindo questões relacionadas à governança; 2) Dinâmica e interações entre tendências atuais e <i>drivers</i> de mudança; 3) Riscos, incertezas e atividades que possam ter um impacto além de fronteiras; 4) Implicações para a tomada de decisão, incluindo os <i>trade-offs</i> e sinergias.
Princípio 3: Escopo adequado:
A avaliação em direção ao desenvolvimento sustentável adotará um horizonte de tempo adequado para capturar efeitos de curto e longo prazo das decisões políticas e atividades antrópicas e um escopo geográfico apropriado.
Princípio 4: Estrutura e indicadores:
A avaliação do progresso em direção ao desenvolvimento sustentável será baseada em: 1) Um quadro conceitual dos indicadores fundamentais para avaliar o progresso; 2) Métodos de medição padronizados quando possível, a fim de permitir a comparabilidade; 3) A comparação dos resultados dos indicadores com metas.
Princípio 5: Transparência:
A avaliação do progresso em direção ao desenvolvimento sustentável irá: 1) Garantir que os dados, indicadores e resultados da avaliação sejam acessíveis ao público; 2) Explicar as escolhas, suposições e incertezas que determinam os resultados da avaliação; 3) Divulgar as fontes de dados e métodos; 4) Declarar todas as fontes de financiamento e potenciais conflitos de interesses.
Princípio 6: Comunicação efetiva:
No interesse de uma comunicação eficaz, para atrair o público mais amplo possível e minimizar o risco de mau uso, a avaliação do progresso na direção do desenvolvimento sustentável irá: 1) Utilizar linguagem simples e clara; 2) Apresentar informações de forma justa e objetiva, de forma a contribuir para a construção da confiança no grupo; 3) Usar ferramentas visuais e gráficas inovadoras, visando facilitar a interpretação e o relato do caso; 4) Tornar os dados disponíveis em tantos detalhes quanto é confiável e viável.
Princípio 7: Ampla participação:
Para reforçar a sua legitimidade e relevância, a avaliação do progresso rumo ao desenvolvimento sustentável deverá: 1) Encontrar formas adequadas para incluir opiniões recebidas na participação pública, oferecendo uma liderança ativa; 2) Envolver desde o início os usuários da avaliação, a fim de que ela se adapte o melhor possível às suas necessidades.
Princípio 8: Continuidade e capacidade:
A avaliação do progresso em direção ao desenvolvimento sustentável exigirá: 1) Mensurações sucessivas/repetidas; 2) Capacidade de resposta a mudanças; 3) Investimentos para desenvolver e manter a capacidade adequada, aprendizagem e melhoria contínua.

Quadro 02: Os oito princípios da avaliação e mensuração da sustentabilidade de Bellagio.

Fonte: Adaptado de Printér et al. (2012 apud PHILIPPI JR., 2015).

Após uma ampla revisão das principais características da sustentabilidade proposta em diversas áreas, entre elas ecologia, planejamento urbano e regional, democracia participativa, gestão empresarial, economia ecológica, e ainda a partir de relatos de experiências profissionais que atuam na área de sustentabilidade, Gibson (2005) os conjuntos de diretrizes em oito princípios, conforme quadro 03, sendo estes os princípios de sustentabilidade de Gibson.

Integridade do sistema socio ecológico:
Construir relações sociedade-ambiente que estabeleçam e mantenham a integridade dos sistemas socioambientais a longo prazo e projetem as funções ecológicas, que são insubstituíveis e das quais dependem a vida humana e a qualidade ambiental.
Recursos suficientes para a subsistência e acesso a oportunidades:
Garantir que cada indivíduo tenha sustento suficiente para uma vida digna e que todos tenham oportunidade de buscar melhorias de forma a não comprometer a capacidade de sustento das gerações futuras.
Equidade intrageracional:
Garantir que a suficiência e oportunidade de escolha estejam sendo buscadas para todos, de modo a reduzir lacunas entre ricos e pobres (de saúde, segurança, reconhecimento social, influência política etc.)
Equidade intergeracional:
Favorecer opções e ações no presente que sejam mais passíveis de manter ou aumentar a oportunidades e capacidades das gerações futuras a viver sustentavelmente.
Manutenção de recursos naturais e eficiência:
Proporcionar uma ampla base de recursos naturais para garantir meio de subsistência sustentáveis para todos, ao passo que reduz as ameaças em longo prazo para a integridade de sistemas socioambientais, evitando resíduos e reduzindo o consumo de matéria e energia.
Civildade socioambiental e governança democrática
Criar capacidade, motivação e inclinação em indivíduos, comunidades e órgãos de decisão a aplicar requisitos de sustentabilidade, por meio de decisões mais abertas e baseadas em boas informações, de estímulo a conscientização mútua e à responsabilidade coletiva, e do emprego de boas práticas mais integradas em decisões administrativas, de mercado e pessoais.
Precaução e adaptação:
Respeitar incertezas, evitar riscos de danos graves ou irreversíveis para os fundamentos da sustentabilidade, mesmo que sejam pouco compreendidos. O planejamento deve ser orientado à aprendizagem e deve haver preparo para situações de surpresa e desenvolvimento da gestão adaptativa.
Integração entre situação atual e de longo prazo:
Aplicar todos os princípios de sustentabilidade ao mesmo tempo, buscando benefícios mútuos e ganhos múltiplos.

Quadro 03: Princípios de sustentabilidade de Gibson.

Fonte: Adaptado de Gibson et al. (2005 apud PHILIPPI JR., 2015).

Os princípios de Bellagio incluem características acerca do desenvolvimento do processo, como ser participativo e transparente, incluir indicadores para monitoramento e prever ações de melhoria contínua. Os temas abordados devem incluir a definição de uma visão de sustentabilidade, abrangendo os sistemas social, econômico e ambiental, além de outros aspectos como riscos, incertezas e *trade-offs*.

Entretanto, os princípios de Gibson apresentam uma abordagem distinta, mais focada em temáticas e em suas relações. Aspectos de geração de oportunidades, equidade e eficiência são destacados como sendo relevantes de serem avaliados em iniciativas de sustentabilidade.

Por mais que alcançar a sustentabilidade seja um objetivo audacioso, sua construção passa pela inserção das agendas da promoção da qualidade de vida e ambiental em toda e qualquer iniciativa que possa se relacionar com o desenvolvimento da sociedade. Com isso, conjuntos de princípios auxiliam na inclusão de temas da sustentabilidade que vem sendo considerados relevantes por profissionais e pesquisadores da área. Desta forma, a abordagem da avaliação da sustentabilidade fortalece a gestão ambiental à medida que prepara o diálogo e para o desenvolvimento de temas de interface.

1.3.5. Avaliação de desempenho ambiental no âmbito da norma ISO 14.031/15:

A norma ABNT NBR ISO 14.031 define diretrizes para a Avaliação de Desempenho Ambiental (ADA). A referida norma foi elaborada no Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental (ABNT/CB-38), pela Comissão de Estudo de Avaliação de Desempenho Ambiental (CE-38:004.01) e revisada conforme Edital nº 11, de 27.11.2014 a 27.12.2014.

A Norma é uma adoção idêntica, em conteúdo técnico, estrutura e redação, à ISO 14031:2013, que foi elaborada pelo *Technical Committee Environmental management (ISO/TC 207), Subcommittee Environmental performance evaluation (SC 4)*, conforme ISO/IEC *Guide 21-1:2005* (ABNT NBR ISO 14.031, 2015).

O objetivo da norma em questão é estabelecer um processo padrão de avaliação de desempenho ambiental (ADA) permitindo que as organizações possam medir, avaliar e comunicar o seu desempenho ambiental por meio de indicadores-chave de desempenho (ICD), com base em informações confiáveis e verificáveis.

A ADA é aplicável a empresas de todos os portes, podendo ser utilizada concomitante aos processos que integram o sistema de gestão ambiental (SGA) da atividade ou de forma independente. Através da ADA é possível verificar o cumprimento da política ambiental da empresa, bem como seus objetivos, metas e outros aspectos críticos. Além disso, a partir dos dados gerados, é possível desenvolver novas ferramentas de gestão e argumentos apoiadores à tomada de decisão empresarial.

Ressalta-se que a referida norma não estabelece níveis de desempenho ambiental, cabendo aos gestores da atividade propor suas diferentes escalas para mensurar o desempenho. Destaca-se ainda que a norma apresenta caráter genérico e não faz orientações sobre um método específico para valorizar ou ponderar

diferentes tipos de impactos, dentro de diferentes tipos de setores, disciplina etc. (ABNT NBR ISO 14.031, 2015). Desta forma, entende-se que a ADA é:

“Um processo contínuo de coleta e avaliação de dados e informações para fornecer uma avaliação atual de desempenho, bem como as tendências ambientais de curto, médio e longo prazo da atividade”.

Ela permite ainda, por meio dos indicadores, que a instituição mensure, avalie e comunique o desempenho ambiental, visando cumprir os requisitos legais e institucionais necessários a boa operação da atividade, além de funcionar como ferramenta gerencial para a prevenção ambiental e para a melhoria contínua.

A ADA permite comparar o desempenho ambiental passado e presente de uma organização, verificando a harmonia de sua operação com seus objetivos e metas. As informações geradas pela ADA podem ajudar uma organização à:

- Identificar seus aspectos ambientais e determinar quais aspectos serão tratados como significativos;
- Estabelecer objetivos e metas para melhorar o desempenho ambiental e avaliar o desempenho em relação a esses objetivos e metas;
- Identificar oportunidades para uma melhor gestão dos seus aspectos ambientais;
- Identificar tendências em seu desempenho ambiental;
- Analisar criticamente e melhorar a eficiência e eficácia;
- Identificar oportunidades estratégicas;
- Avaliar o cumprimento ou risco do não cumprimento dos requisitos legais e outros requisitos aos quais a organização subscreve, relativos aos seus aspectos ambientais;
- Relatar e comunicar o desempenho ambiental interna e externamente.

Ressalta-se que o comprometimento da alta direção da empresa com o processo de ADA é fundamental, sendo conveniente fazer parte da rotina normal de trabalho dos tomadores de decisão avaliar resultados e transmitir aos funcionários suas impressões. Segundo a ABNT NBR ISO 14.031 (2015), a ADA também pode ser usada para relatar e comunicar às partes externas interessadas, os dados sobre o desempenho ambiental da organização para demonstrar seu comprometimento com a melhoria.

A ADA proposta pela ISO segue um modelo de gestão PDCA (Planejar, Executar, Verificar e Agir). As etapas e processos estão descritos a seguir e organizados conforme mostra a figura 05:

- a) **Planejar:** Preparar para implementar a avaliação de desempenho:
 - Planejamento da ADA;
 - Seleção de indicadores para a ADA (o processo de seleção de indicadores para objetivos e metas pode incluir tanto a escolha de indicadores existentes quanto o desenvolvimento de novos indicadores).

- b) **Executar:** Utilizar dados e informações inclui:
 - Coletar dados relevantes para os indicadores selecionados;
 - Analisar e converter dados em informações, que descrevam o desempenho ambiental da organização;
 - Avaliar as informações que descrevam o desempenho ambiental da organização em comparação com os seus objetivos de desempenho ambiental;
 - Relatar e comunicar as informações que descrevam o desempenho ambiental da organização.

- c) **Verificar:** Analisar criticamente os resultados obtidos com a ADA

- d) **Agir:** Após a identificação de carências ou problemas, a alta direção da organização deve propor melhorias no sistema, seja com a revisão de processos ou indicadores, seja com a retirada ou inclusão de indicadores.



Figura 05: Modelo de gestão PDCA aplicado a ADA.
Fonte: Adaptado de ABNT NBR ISO 14.031 (2015)

Assim, a referida norma, propõe os seguintes indicadores para a realização de avaliações de desempenho ambiental:

- **Indicadores de Condições Ambientais (ICA):** Aqueles que fornecem informações que podem ajudar no entendimento dos impactos ambientais reais ou potenciais de seus aspectos ambientais, em uma organização.
- **Indicadores de Desempenho Ambientais (IDA):** Aqueles que fornecem informações quanto a gestão dos aspectos ambientais significativos e os resultados dos programas de gestão ambiental da organização. Esse indicador apresenta ainda mais duas categorias
 - **Indicador de Desempenho De Gestão (IDG):** Gera dados a respeito do interesse da gestão em motivar o desempenho ambiental da instituição, estando relacionado, geralmente, a melhorias sociais e econômicas da organização; e
 - **Indicador de Desempenho Operacional (IDO):** Gera dados acerca do desempenho das operações em si, geralmente está relacionado ao contexto ambiental da organização (ABNT NBR ISO 14.031, 2015).

A Figura 6 ilustra a interligação entre a gestão organizacional, operações e a condição do meio ambiente.

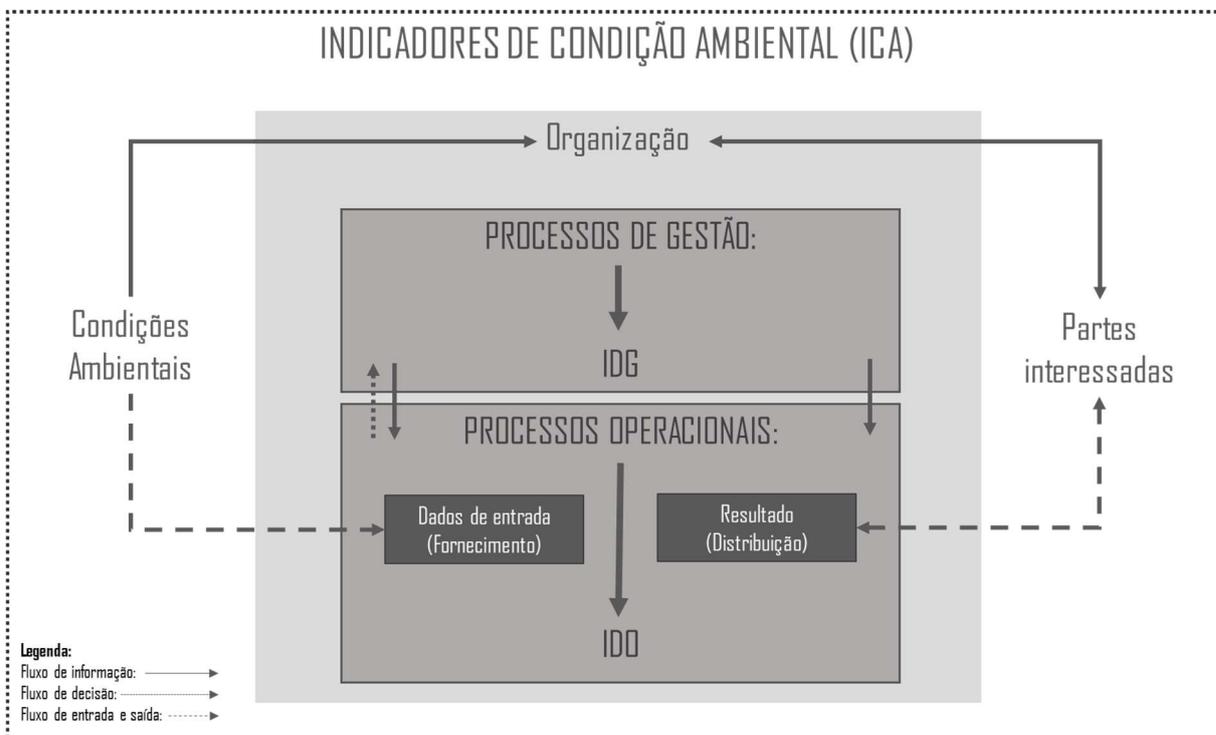


Figura 06: Contexto ambiental das empresas e a proposição de indicadores de desempenho.

Fonte: Adaptado de ABNT NBR ISO 14.031 (2015)

Segundo a norma, os IDA e ICA podem ser usados para demonstrar como uma organização se direciona nos três pilares de sustentabilidade (social, econômico e ambiental) por meio da gestão de aspectos ambientais significativos. Os IDG podem mostrar melhorias na dimensão social ou na dimensão econômica. Os IDOs podem ser relacionados ao contexto ambiental (por exemplo, redução de emissão, redução no uso de energia e recursos hídricos). Os ICA podem não estar diretamente relacionados aos processos da organização, mas em alguns casos podem estar relacionados ao sucesso na gestão ambiental, o qual pode refletir nas três dimensões da sustentabilidade.

Segundo Sánchez (2013), deve-se utilizar indicadores para medir a qualidade ambiental de um empreendimento, da mesma forma que se utiliza índices para mensurar a qualidade de vida e o desenvolvimento humano. Desde que estas atividades sejam descritas por meio de indicadores objetivos, elas podem traduzir a percepção dos diferentes atores sociais.

As decisões e ações da gestão organizacional estão relacionadas ao desempenho das suas operações. A Figura 7 apresenta uma linha mestra da ADA sugerida pela NBR ISO 14.031.

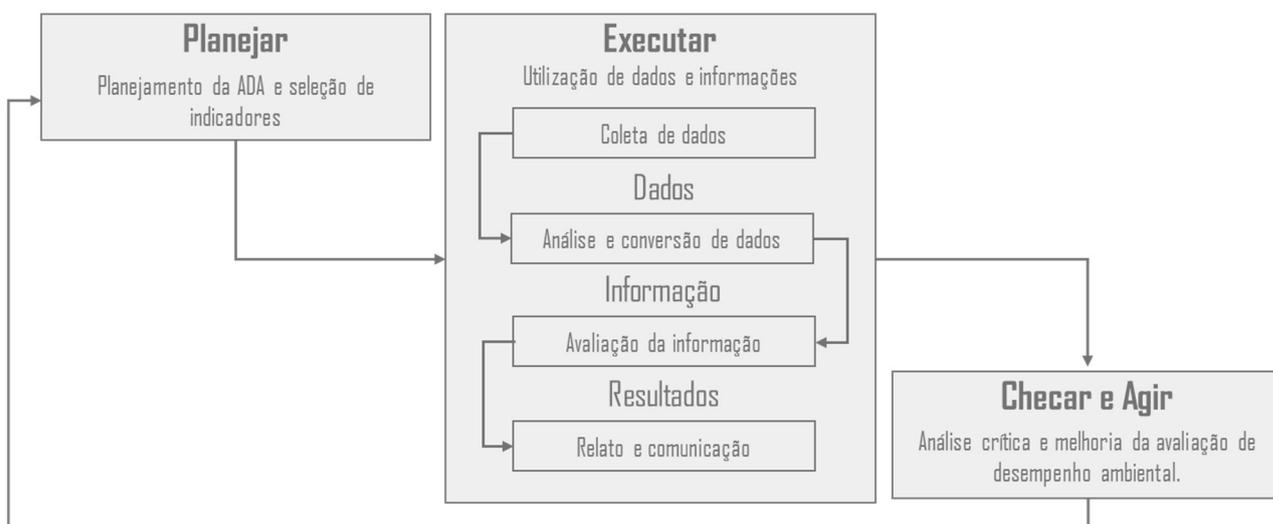


Figura 07: Linha mestra da ADA com base na proposta de gestão “PDCA”.
Fonte: Adaptado de ABNT NBR ISO 14.031 (2015)

Segundo a NBR ISO 14.031/15, os princípios da ADA para informações sobre o desempenho incluem o seguinte:

- **Relevância:** convém que a informação do desempenho seja relevante no empenho da organização no gerenciamento de seus aspectos ambientais;
- **Integralidade:** convém que as informações de desempenho sejam completas para assegurar que todos os fatores sejam abordados;
- **Consistência e precisão:** convém que as informações do desempenho sejam consistentes e precisas para permitirem comparações válidas do desempenho passado, presente e futuro;
- **Transparência:** convém que as informações sobre o desempenho sejam claras e transparentes, de modo que os usuários pretendidos tenham acesso e compreensão dos dados de desempenho para tomar decisões com confiança razoável.

Dessa forma, os indicadores apresentam uma interpretação de dados ambientais coletados dentro de uma organização, projetos, programas e planos. A partir disso, a NBR ISO 14.031 surge como ferramenta complementar à NBR ISO 14.001, e além de fornecer informações sobre o desempenho ambiental da instituição

por meio de indicadores, ela pode ser usada para relatar e comunicar o desempenho ambiental de forma a demonstrar o comprometimento da mesma com a melhoria contínua e com o desenvolvimento sustentável.

Assim sendo, entende-se que o uso de indicadores na avaliação de desempenho ambiental pode facilitar o processo de tomada de decisão em uma organização pública ou privada, de forma similar às tomadas de decisão necessárias à previsão de impactos em uma avaliação de impactos ambientais.

A criação de metodologia para avaliação de indicadores, em geral, culmina no desenvolvimento de um índice, que tenderá a refletir as características de desempenho obtidas na avaliação dos indicadores propostos. Um índice pode ser entendido como um valor numérico que representa a correta interpretação da realidade de um sistema simples ou complexo (natural, econômico ou social), utilizando, em seu cálculo, bases científicas e métodos adequados (SICHE, 2007). Os índices podem servir como instrumentos de tomada de decisão e previsão de ações, funcionando como um sinal de alarme para manifestar a situação do sistema avaliado.

1.4. Tratamento e destinação final de RSU no Brasil: Situação atual

1.4.1. Panorama ABRELPE e SNIS:

Segundo a ABRELPE (2018), em 2017, 59,1% dos RSU coletados em 39,8% dos municípios no país foram dispostos em aterros sanitários. Embora haja um inegável avanço na disposição final dos resíduos no país, após a PNRS, ele é concentrado nas regiões metropolitanas e municípios de maior porte. Além da óbvia necessidade de universalização dos aterros sanitários no país, é de fundamental importância que a qualidade dos que estão em operação seja assegurada, para que os efeitos ambientais e na saúde pública sejam assegurados.

Os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), demonstram que, no ano de 2017, 50,8 milhões de toneladas de RSU foram coletadas no Brasil, perfazendo uma média nacional de 0,95 kg/hab./dia. Extrapolando os valores para todo o país, estima-se que foram coletadas 60,6 milhões de toneladas por ano ou 166 mil toneladas diárias de RSU. O SNIS demonstra que, em 2017, 64,2% (106 mil toneladas) dos RSU gerados foram dispostos em aterros sanitários, 8,1% (13 mil toneladas) em aterros controlados e 9,8% (16 mil toneladas) em lixões.

Embora as fontes não convirjam numericamente, denotando mais uma problemática do setor, elas dão uma dimensão do problema. Vale dizer que embora a

ABRELPE utilize uma metodologia bem definida e testada por muitos anos, a fonte oficial é o SNIS. Contudo, há de se considerar a reduzida informação sobre a efetiva qualidade operacional dos aterros sanitários que recebem cerca de 115 mil toneladas diariamente. Estariam todos operando adequadamente, de acordo com as leis e normas vigentes, de forma sustentável?

1.4.2. Consórcios de Aterros Sanitários

Os consórcios, podem auxiliar na viabilidade econômica e técnica de construção e operação de aterros sanitários. Segundo Suzuki (2009 apud SAIANI, DOURADO E JÚNIOR 2014), os consórcios possibilitam o rateio dos custos operacionais e administrativos dos aterros, bem como otimizam máquinas e equipamentos, além de reduzir áreas utilizadas para destinação final ambientalmente segura, diminuir focos de contaminação ambiental e concentrar a fiscalização dos órgãos de controle competentes.

Em municípios de elevada densidade populacional, o grande volume de resíduos gerados, associado à existência de recursos tende a criar condições propícias à concessão dos serviços de coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos à iniciativa privada, que claramente, vislumbra, em centros urbanos densamente povoados, múltiplas oportunidades de negócios em gestão de resíduos.

Deve ser reconhecido que a destinação final de resíduos em um aterro sanitário envolve custos elevados, tanto na fase de implantação como na fase de operação do empreendimento.

Logo, a dificuldade em viabilizar soluções em escala pública para a gestão de resíduos permeia à capacidade dos gestores municipais de taxar a prestação dos serviços, arrecadar e aplicar adequadamente os recursos suficientes para sustentar economicamente o sistema. Obviamente, municípios de maior porte, com maior densidade populacional têm posição de destaque frente a possibilidade de viabilizar soluções adequadas. Analogamente, municípios de menor porte e menor capacidade de arrecadação enfrentam maiores dificuldades para desenvolver soluções e, conseqüentemente, se adequarem aos preceitos da PNRS.

A Lei Federal 11.445/07 contemplou a lógica de gestão consorciada entre mais de um ente federativo (art. 16, I, p. ex) e posteriormente, a PNRS previu expressamente a possibilidade de operação de aterros sanitários de forma consorciada (art. 8º, XIX, entre outros).

Em síntese, o modelo consorciado consiste em instalação de um único aterro sanitário que servirá como destino final de resíduos provenientes de mais de um Município. A operação consorciada permite, portanto, a diminuição do número de aterros sanitários implantados, evitando que cada Município instale seu próprio, pulverizando áreas de destinação final reduzindo os riscos à qualidade ambiental.

Os custos de operação dos aterros apresentam variações de acordo com o tipo, capacidade e características específicas e, de forma geral, apresentam redução nos custos em função da economia de escala. Jucá *et al.* (2014) indicam que os custos podem variar de valores acima de R\$100,00 por tonelada disposta, em aterros de pequeno porte (que atendem de 10.000 a 30.000 habitantes) a R\$40,00 em aterros de grande porte (para mais de 1.000.000 de habitantes).

Entretanto, apesar dos argumentos técnicos, econômicos e legais, são relativamente poucos os consórcios de municípios no país. A operação consorciada de um aterro por uma multiplicidade de entes federativos certamente não é um tema ausente de desafios. Em especial no que tange à complexa tarefa de reunir mais de um ente, de diferentes correntes partidárias, para dialogar sobre um tema pouco valorizado politicamente, que, em geral, representa altos custos de investimento, operação e manutenção para as Prefeituras (OLIVEIRA E CUNHA, 2017 apud JACCOUD 2017). Vale ressaltar que o uso de aterros (sem a constituição de consórcios) por mais de um município é prática relativamente usual nas regiões metropolitanas, sem necessariamente as vantagens que o consórcio pode propiciar.

1.4.3. Avaliação da Qualidade de Aterros Sanitários de RSU

Avaliar a qualidade operacional de aterros sanitários é uma ação que integra diversas partes interessadas. Órgãos ambientais, empresas públicas (Prefeituras e secretarias), empresas privadas (construtoras, operadoras e consultoras) e a sociedade precisam atuar de forma integrada, com o maior engajamento possível, para que a atividade opere dentro dos padrões de qualidade esperados e aceitos por todos.

Em nosso País, duas experiências merecem destaque no desenvolvimento, implantação e monitoramento deste procedimento de gestão. Em primeiro lugar, à Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), que institui o Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos do Estado de São Paulo (IQR). Destaca-se também a experiência do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), órgão ambiental do

Estado do Rio de Janeiro, que se inspirou no modelo paulista e desenvolveu o Índice de Qualidade de Destinação Final de Resíduos (IQDR), ambos detalhados a seguir.

1.4.3.1. O Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos do Estado de São Paulo (IQR):

O Índices de Qualidade de Resíduos (IQR) foi criado pela CETESB no ano de 1997 e vêm, desde então, organizando e disponibilizando informações sobre as condições ambientais e sanitárias dos locais de destinação final de resíduos sólidos domiciliares nos municípios paulistas, na forma do Inventário Estadual de Resíduos Domiciliares que permite aprimorar os mecanismos de gestão ambiental no Estado (CETESB, 2019).

Para a produção do inventário publicado no ano de 2019, foi utilizada a metodologia Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR) atualizado. Nesta atualização, foram introduzidos alguns quesitos técnicos relevantes para a análise das áreas sendo eles: 1) Adequabilidade do monitoramento geotécnico do aterro; 2) Ocorrência de episódio de queima de resíduos a céu aberto; 3) Análise de vida útil do aterro e; 4) Ocorrência de restrições legais ao uso do solo. Na atualização também foi excluído o enquadramento “controlado” do IQR, apurado pelo método tradicional que tinha como faixa de enquadramento “inadequado, controlado e adequado” (CETESB, 2019).

A metodologia agregou novos conceitos, novos critérios de pontuação e classificação dos locais de destinação final, incorporando a expertise do órgão desenvolvida nas últimas décadas. As informações coletadas nas vistorias realizadas pelos técnicos da CETESB às unidades são processadas a partir de um questionário padronizado que avalia características locais, estruturais e operacionais das mesmas. Os dados apurados visam expressar condições ambientais através dos seguintes índices: 1) Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR); 2) Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos em Valas (IQR-Valas) e; 3) Índice de Qualidade de Usinas de Compostagem (IQC).

Com relação aos aterros de resíduos, a CETESB estruturou o IQR em sete blocos distintos de indicadores, sendo eles: 1) Estrutura de Apoio (4 indicadores); 2) Frente de Trabalho (3 indicadores); 3) Bermas e Taludes (4 indicadores); 4) Superfície superior (2 indicadores); 5) Estrutura de Proteção Ambiental (9 indicadores); 6) Outras informações (7 indicadores); 7) Características da Área (4 indicadores); totalizando 33 indicadores para a avaliação da adequação ambiental dos aterros (CETESB, 2019)

Com a atribuição de pesos (variantes de 0 a 10) aos indicadores presentes nos sete blocos (através de visita de campo realizada por analista ambiental habilitado), e a consequente soma dos mesmos, é possível identificar, por etapa, as pontuações obtidas pelo aterro. A partir da soma dos valores obtidos nas etapas e a divisão desta soma pela pontuação máxima possível, obtém-se o IQR do aterro. Em função do IQR obtido, é procedido o enquadramento do aterro avaliado. O critério adotado pela CETESB considerou as seguintes faixas de enquadramento: 0,0 a 7,0 – Condições Inadequadas (I); 7,1 a 10,0 – Condições Adequadas (A) (CETESB, 2019)

A pontuação máxima possível por área é:

- 1) Estrutura de Apoio (9 pontos);
- 2) Frente de Trabalho (15 pontos);
- 3) Bermas e Taludes (15 pontos);
- 4) Superfície superior (10 pontos);
- 5) Estrutura de Proteção Ambiental (41 pontos);
- 6) Outras informações (10 pontos);
- 7) Características da Área (4 pontos);

As pontuações totalizam 100 pontos para aterros de RSU e 110 pontos para aterros com co-diposição de resíduos industriais Classe 2 (CETESB, 2019). O questionário padrão para o cálculo do IQR encontram-se no ANEXO I.

1.4.3.2. O Índice de Qualidade de Destinação Final de Resíduos do Estado do Rio de Janeiro (IQDR)

O IQDR-RJ, foi desenvolvido a partir de uma meta institucional do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), no ano de 2013. O índice visava reunir indicadores de qualidade rigorosos para otimizar a fiscalização e acompanhamento das Licenças de Operação (LO), Autorizações Ambientais (AA) e Licenças de Operação e Recuperação (LOR) emitidas pelo órgão para empresas públicas e privadas operadoras de aterros sanitários.

A base do índice foi o ÍQR aplicado anualmente pela CETESB. Ambos os índices foram desenvolvidos com o mesmo propósito, comparar e aferir as ações do Estado para o controle e remediação destes *sites*, fornecendo subsídios técnicos para o desenvolvimento de programas de gestão de resíduos.

No Estado do Rio de Janeiro, a metodologia passou a vigorar a partir da aprovação da norma operacional NOP-INEA-31, entretanto, de acordo com informações prestadas pelo próprio INEA (2015), desde 2013, a metodologia vinha sendo testada pelo corpo técnico sendo aplicada nos aterros do Estado, contribuindo para a sua formalização em 2015.

De acordo com a norma, a metodologia é direcionada para os aterros sanitários licenciados e em operação, facultando ao INEA a decisão de incluir no índice a avaliação de aterros industriais que recebem resíduos não perigosos não inertes (Classe IIB) e os aterros controlados. É enfatizado que o referido índice não se aplica a aterros que recebem resíduos inertes (Classe IIA), resíduos industriais perigosos (Classe I) e os vazadouros ativos.

O preenchimento das planilhas que compõem o IQDR-RJ deve ser procedido por analista ambiental habilitado, integrante do corpo técnico dos servidores do órgão, devendo ser obedecidas quatro etapas distintas:

- **Primeira Etapa: Preenchimento de dados cadastrais:**

Com informações e características gerais do empreendimento. Estas informações não influenciam no cálculo do índice.

- **Segunda Etapa: Identificação das características do local de implantação:**

Conjunto de indicadores propostos para a avaliação das condições do local escolhido para a implantação do aterro. Após análise, é possível identificar que os indicadores adotados são, essencialmente, aqueles propostos pela NBR 13.896/97 - Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Ressalta-se que a estratégia de avaliação realizada a partir de critérios físicos, e o estabelecimento de pesos, tendem a minimizar a subjetividade durante a análise, refletindo uma busca pela equidade nas análises de diferentes áreas. Esta avaliação deve ser fixa, não sofrendo variações ao longo do tempo, salvo casos de ampliação do empreendimento em análise.

- **Terceira Etapa: Avaliação da infraestrutura implantada:**

Conjunto de indicadores inerentes a análise da qualidade da instalação e recursos adotados no aterro sanitário, incluindo os critérios de dimensionamento adotados. Após análise, é possível identificar que os indicadores adotados são aqueles propostos pela NBR 13.896/97 - Aterros

de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação, acrescidos de itens que refletem a preocupação atual do órgão ambiental durante a implantação dos aterros, tais como nível proposto para o tratamento de lixiviado e o aproveitamento de biogás. Desta forma, aterros vanguardistas em tecnologia e preocupação com a qualidade ambiental, tendem a se destacar com a metodologia proposta, tirando da inércia velhas práticas e modelos consagrados de projeto. Destaca-se os mesmos pontos anteriormente mencionados quanto a estratégia de avaliação realizada. É entendido que a terceira etapa pode sofrer alterações em função do plano de avanço do aterro, por isto, é de suma importância o seu acompanhamento rotineiro.

- **Quarta Etapa: Certificação das condições operacionais:**

Conjunto de indicadores que avaliam a forma com que o aterro vem sendo operado e como se pretende operá-lo até o encerramento. Após análise, é possível identificar que os indicadores adotados também são aqueles propostos pela NBR 13.896/97, acrescidos de estratégias de gestão do órgão, tais como, disponibilidade de equipamentos e a verificação da eficiência dos sistemas instalados (drenagem provisória, definitiva, sistema de tratamento de chorume e etc.). Conforme mencionado anteriormente, aterros que investem em estratégias otimizadas de gestão tendem a se destacar com a proposta do IQDR-RJ. Destacam-se os mesmos pontos anteriormente mencionados quanto à estratégia de avaliação realizada. Assim como a terceira etapa, a quarta etapa pode sofrer alterações em função do plano de avanço do aterro, por isto, é importante o seu acompanhamento rotineiro.

Com a atribuição de pesos aos indicadores presentes nas Etapas 2, 3 e 4 (realizada em visita de campo por analista ambiental habilitado), e a consequente soma dos mesmos, é possível identificar, por etapa, as pontuações obtidas pelo aterro. A partir da soma dos valores obtidos nas etapas e a divisão desta soma pela pontuação máxima possível, obtém-se o IQDR do aterro.

Em função do IQDR obtido, é procedido o enquadramento do aterro sanitário avaliado. Entende-se que o critério foi definido com bastante rigor técnico, já que foram estabelecidos 52 indicadores distintos e as faixas de enquadramento do IQDR variam

entre: 0,0 e 6,0 – Condições Inadequadas; 6,1 e 8,0 – Condições Regulares; 8,1 e 10,0 – Condições Adequadas.

A NOP 031/15 estipulou 52 (cinquenta e dois) indicadores de desempenho ambiental para o IQDR-RJ, organizados em três grupos técnicos distintos, sendo 11 (onze) indicadores relativos às características do local, 21 (vinte e um) indicadores relativos à infraestrutura implantada e 20 (vinte) indicadores relativos às condições operacionais. Os indicadores relativos às características locais totalizam 56 (cinquenta e seis) pontos possíveis na avaliação. Os indicadores relativos à infraestrutura implantada totalizam 64 (sessenta e quatro) pontos possíveis na avaliação. Por fim, os 20 (vinte) indicadores relativos às condições operacionais totalizam 80 (oitenta) pontos possíveis na avaliação. O questionário padrão para o cálculo do IQDR encontram-se no ANEXO II.

1.5. Concepção geral de Aterros Sanitários

Os aterros sanitários são estruturas de engenharia para a disposição de resíduos sólidos urbanos, projetados e operados para minimizar os impactos à saúde e ao meio ambiente. De acordo com a NBR 8.419/1992, o aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos é uma:

Técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário.

O aterro sanitário é a tecnologia universal de disposição final de RSU. Esta técnica é indispensável em qualquer sistema de gestão de resíduos municipais, mesmo nos países onde existem outras tecnologias de tratamento, como incineração, compostagem e reciclagem.

No Brasil, a utilização de aterros sanitários como tecnologia de destinação final de RSU vem expandindo nos últimos anos, em especial, devido ao necessário enquadramento das municipalidades aos preceitos legais impostos pela PNRS.

Com o objetivo de prolongar a vida útil deste tipo de empreendimento, os RSU deveriam, antes de serem encaminhados para um aterro sanitário, ser reutilizados, tratados e/ou reciclados. Desta forma, conforme a legislação vigente, apenas os rejeitos deveriam ser dispostos em aterros sanitários.

Esta é uma complexa tarefa a ser conduzida pelos gestores públicos brasileiros, haja vista a grande dificuldade em se viabilizar a implantação e a boa operação de um aterro sanitário, quiçá, a proposição de estratégias para a restrição do material recebido nos aterros em função de sua qualidade. Entende-se que, apesar de constituir um preceito legal, este é um desafio para a gestão pública e sociedade.

A utilização de aterros sanitários apresenta-se, para países em desenvolvimento, como uma das melhores alternativas econômicas e ambientais, em oposição aos lixões e aos aterros controlados. Vale lembrar também, que os municípios são responsáveis pelo gerenciamento e uma vez que o investimento municipal é escasso, esta técnica mostra-se com uma boa relação custo-benefício, frente às demais tecnologias como a incineração, por exemplo.

Como em qualquer projeto de engenharia, em que existem diversos elementos que devem ser projetados e planejados, nos aterros sanitários, deve-se levar em conta os sistemas de impermeabilização, de drenagem de água superficiais, de drenagem de líquidos e gases gerados na decomposição da massa de resíduos, de cobertura dos resíduos, unidades de tratamento de lixiviados e outros.

A figura 8 apresenta a representação esquemática de um aterro sanitário.

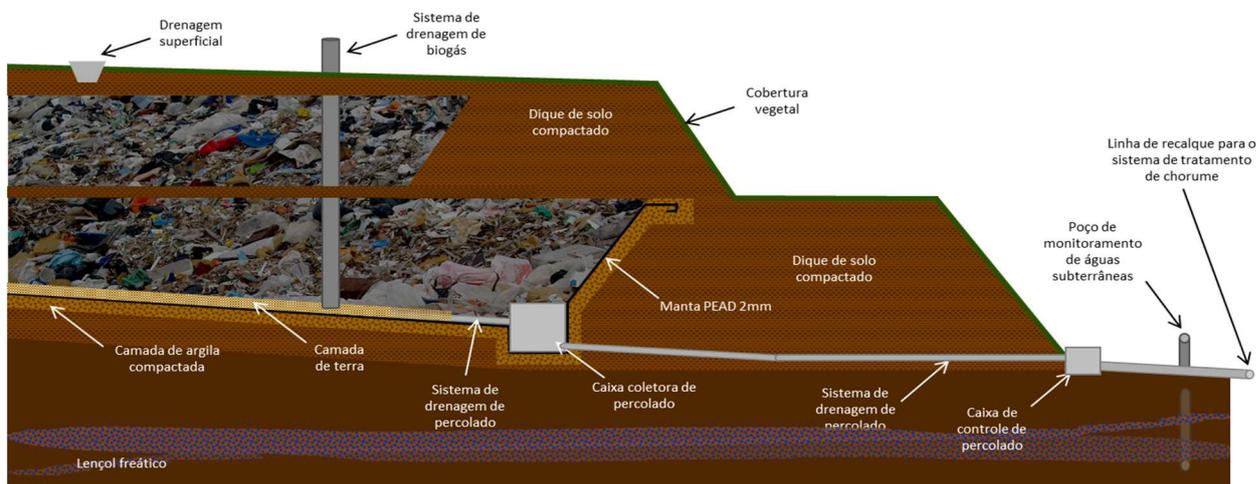


Figura 8: Arranjo geral de um aterro sanitário.

O termo célula é usado para descrever o volume de material disposto no aterro durante o período de operação, em geral, um dia de trabalho. A célula inclui os resíduos sólidos dispostos e o recobrimento diário em solo, colocado em quantidade necessária à não exposição dos resíduos às intempéries e à vetores. O recobrimento

diário também minimiza a emissão de odores desagradáveis do maciço de resíduos, reduz a quantidade de resíduos volantes (empurrados pela ação dos ventos) para a fora dos limites da frente de trabalho e reduz a entrada de água no maciço de resíduos.

As camadas de impermeabilização são materiais (naturais e industrializados) utilizados no limite inferior do perímetro do maciço. Geralmente consistem em sucessivas camadas de argila compactada e/ou materiais geossintéticos projetados para prevenir a migração de lixiviado e/ou gás para o solo.

Para Tchobanoglous e Kreith (2002) uma camada é a elevação de diversas células sobre uma área ativa do aterro sanitário. Geralmente os aterros sanitários são compostos de diversas camadas sucessivas de resíduos, até o limite de suporte do terreno e de segurança geotécnica do maciço, em especial em termos de rompimento e escorregamento do mesmo. As bermas (ou bancadas) são elementos geotécnicos construídos para a dissipação de pressões e manutenção de estabilidade no maciço. As bermas também possuem a função de receber os sistemas de drenagem pluvial (drenagem de pé de talude) e de gases (tubulações verticais).

Usualmente, a camada final é aquela que sela o maciço, logo deve ser construída com materiais que garantam a impermeabilização do topo, reduzindo assim a entrada de águas pluviais e, conseqüentemente, reduzindo o volume de lixiviado gerado no processo e a emissão não controlada de biogás. Seu aspecto construtivo se assemelha ao sistema de impermeabilização de base, devendo ser executada com sucessivas camadas de argila compactada e/ou com a utilização de geossintéticos.

O lixiviado é gerado durante o processo de decomposição da fração orgânica presente nos resíduos dispostos no aterro. Sua produção é potencializada em função das águas pluviais que infiltram e percolam pelo maciço. O lixiviado possui uma vasta variedade de constituintes físicos e químicos. Esta variedade deriva da solubilização dos materiais dispostos no aterro e das reações químicas de bioestabilização da matéria orgânica disposta.

Para Tchobanoglous e Kreith (2002) o biogás (ou gás de aterro) é o termo aplicado à mistura de gases gerados no processo de decomposição anaeróbia da fração orgânica dos resíduos, onde se destacam o gás metano (CH_4) e o dióxido de carbono (CO_2) como seus principais constituintes.

O resultado dos aterros sanitários como método adequado de disposição dos RSU, depende de um projeto bem feito, da construção conforme projetado e, em

particular, da qualidade da sua operação. Quando mal operados, os aterros sanitários acabam por causar preocupações de ordem social, ambiental e técnica, como:

- A emissão descontrolada de biogás pode, além de aumentar a concentração de gases do efeito estufa, causar incômodos à população devidos ao odor característico dos resíduos e/ou expor à mesma à riscos de outras situações potencialmente perigosas;
- O lançamento de lixiviado no ambiente sem o tratamento necessário, pode causar impacto como toxicidade aos corpos hídricos;
- Podem se tornar abrigo e local de reprodução de vetores de doenças, por este motivo, a boa operação desta atividade configura uma ação preventiva de saúde pública;

Como toda tecnologia, os aterros sanitários apresentam vantagens e desvantagens. Dentre as principais vantagens destaca-se:

- 1) Possibilidade de utilizar áreas já degradadas por outras atividades (ex: área utilizada como pedreira);
- 2) Possibilidade de receber e acomodar rapidamente quantidade variáveis de resíduos, sendo flexível;
- 3) Recebimento de resíduos de diversas naturezas (classe IIA e IIB);
- 4) Adaptável a comunidades grandes e pequenas;
- 5) Apresentação de menores custos de investimento e operação que outras tecnologias;
- 6) Utilização de equipamentos e máquinas usadas em serviços de terraplanagem;
- 7) Operação relativamente simples não requerendo pessoal altamente especializado;
- 8) Possibilidade de aproveitamento energético do biogás;
- 9) Não causa danos significativos ao meio ambiente se corretamente projetado e operado.

Dentre as principais desvantagens destacam-se:

- 1) Necessidade de grandes áreas, muitas vezes, longe da área urbana, acarretando em despesas adicionais com transporte;
- 2) Possibilidade de desenvolvimento de maus odores;
- 3) Possibilidade de deslocamento de poeiras;

- 4) Diminuição do valor comercial da terra;
- 5) Interferência da meteorologia na produção de lixiviados que requisitam tratamento adequado;
- 6) Período pós-fechamento longo para a estabilização do aterro, incluindo geração e controle de efluentes líquidos e gasosos;
- 7) Controle dos riscos de impactos ambientais de longo prazo.

1.5.1. Aspectos técnicos e normativos de aterros sanitários

A tecnologia de aterros sanitários para RSU, é prevalente no mundo (VERGARA E TCHOBANOUGLOUS, 2012) e a sua concepção muito bem caracterizada e regulada por legislações em vários países, com destaque para os países desenvolvidos, seja na Europa, Japão e Estados Unidos. De certa forma, as normas e legislação dos países desenvolvidos influenciaram os países em desenvolvimento, como no caso do Brasil, onde foram incorporados muitos dos aspectos da regulamentação dos desenvolvidos.

1.5.1.1. Países Desenvolvidos:

A preocupação com a gestão dos resíduos sólidos, nos Estados Unidos (EUA), remonta a 1976, com a Lei de Conservação e Recuperação dos Recursos (*Resource Conservation and Recovery Act – RCRA*) que ainda hoje é a principal Lei Federal que rege a disposição de resíduos sólidos e de resíduos perigosos. Estabelece orientações para a gestão de resíduos sólidos não perigosos e da autoridade da EPA para controlar todo o processo dos resíduos sólidos perigosos. Emendas de resíduos sólidos e perigosos (*Hazardous and Solid Waste Amendments – HSWA*), em 1984, ampliaram o âmbito e os requisitos do RCRA e entre outros aspectos estabeleceram diretrizes e condições para a operação e o licenciamento da atividade de destinação de resíduos sólidos em aterros. A Lei de Resíduos Sólidos (*Solid Waste Disposal Act*) de 1965, definiu resíduos sólidos e indicou métodos ecologicamente racionais para a disposição dos resíduos domésticos, comercial e industrial.

Nas últimas décadas, as mudanças no mundo, em vários setores da sociedade, como nas questões de saúde pública, proteção ambiental, recuperação de recursos naturais, mudanças climáticas e até mesmo nos aspectos de estética, constituíram importantes indutores para os avanços na gestão de resíduos sólidos e, em particular, na configuração da tecnologia de aterros sanitários. Nos Estados Unidos, por

exemplo, com atualizações de legislação como da emenda para o capítulo 258 do RCRA, em 1991, sobre “Critérios para aterros sanitários municipais” sintetizados por Tchobanoglous e Kreith (2002), conforme mostrado no quadro 4.

Critérios normativos	Requisito
Requisitos locais	Raio de distanciamento de aeroportos variando entre 1,5 Km e 3,0 Km.
	Os aterros só podem ser instalados em áreas sujeitas a inundação após aprovação do fluxo de escoamento pelo órgão competente
	É vedada a construção de aterros sanitários em zonas húmidas e terrenos pantanosos
	A construção de aterros sobre falhas geológicas somente deve ocorrer após análise especial e adoção de práticas construtivas adequadas.
	A construção de aterros em zonas sujeitas à sísmica, requer análise especial e adoção de práticas construtivas adequadas
	A construção de aterros em áreas de solos instáveis requer análise especial e adoção de práticas construtivas adequadas
Critérios operacionais	A operação do aterro deve adotar um programa randômica de verificação de cargas para fiscalizar a presença de resíduos perigosos associados aos RSU
	Recobrimento diário obrigatório com, no mínimo, 15 cm de solo ou outro material adequado
	O controle de vetores de doenças é obrigatório
	É obrigatório o monitoramento constante do solo e sub. a partir de poços instalados no terreno
	É obrigatório a verificação e teste de poços de monitoramento a cada 3 meses
	A concentração de metano em estruturas ocupadas não pode exceder 1,25%
	A migração de metano para fora dos limites do empreendimento não pode ultrapassar 5%
	Os critérios do <i>Clean Air Act</i> devem ser integralmente atendidos
	O acesso ao aterro deve ser limitado por cercas ou outras estruturas
	O tempo de recorrência considerado no dimensionamento hidráulico do sistema de drenagem deve ser de 25 anos
	O lançamento das águas pluviais coletadas deve ser aprovado pelo órgão competente
	Resíduos líquidos ou resíduos sólidos com alto teor de umidade não podem ser dispostos em aterros sanitários
	Os registros operacionais do aterro devem ser mantidos por longos períodos
Projeto de sistema de impermeabilização	Camada de solo, geomembrana e/ou equivalente são exigidos na maioria das tipologias de aterros
	O Background da qualidade das águas subterrâneas pode ser exigido para o dimensionamento dos sistemas de impermeabilização de base em alguns estados
Monitoramento de água subterrânea	Deve ser prevista a instalação de poços de monitoramento nos aterros
	Os poços de monitoramento devem ser amostrados, no mínimo, duas vezes ao ano
	Ao se constatar contaminação em um poço de monitoramento, deve ser iniciado um programa de remediação
Cuidados de encerramento e pós-encerramento	O recobrimento final do aterro sanitário deve ser executado em um prazo máximo de 6 meses após o encerramento da disposição
	O recobrimento final em solo e/ou a geomembrana devem ser menos permeáveis que o sistema de impermeabilização de base
	O monitoramento pós-encerramento do aterro sanitário deve ocorrer por 30 anos.
Garantias financeiras	Reservas financeiras devem ser estabelecidas durante a operação do aterro para o pagamento dos custos associados ao pós-encerramento.

Quadro 04: Critérios para aterros sanitários municipais de acordo com CRF (Parte 258)

Fonte: Livre tradução de Tchobanoglous e Kreith (2002).

Na Europa, a Diretiva 31 - Deposição de Resíduos em Aterros, de 1999, da Comunidade Europeia, foi decisiva para as mudanças na gestão dos resíduos sólidos. Ela estabeleceu critérios de localização, de controle e gestão de lixiviados, de proteção do solo e águas, impermeabilização artificial de fundo, controle dos gases, controle geotécnico, controle de acessos, monitoramento ambiental, e em particular

os resíduos admissíveis nos aterros, com crescente restrição de resíduos orgânicos sem prévio tratamento.

As diferenças regionais e culturais, interferiram nas opções da gestão dos resíduos sólidos na Europa e nos Estados Unidos. Enquanto a legislação europeia, também contribuiu para as modificações e exigências na tecnologia de aterros sanitários, ela ao mesmo tempo restringiu o seu uso propiciando o crescimento da utilização de outras formas de tratamento. Nos Estados Unidos, provavelmente pela maior disponibilidade de áreas, prevalece até o presente o aterro sanitário como forma de disposição dos RSU. Em 2015, nos 28 países da União Europeia, 26% dos RSU eram dispostos em aterros sanitários, 27% incinerados e 47%, compostados ou reciclados (EUROSTAT, 2015). Já nos Estados Unidos, em 2015, 52,5% dos RSU iam para aterros, 12,8% incinerados e 34,7% reciclados ou compostados (EPA, 2018).

1.5.1.2. Regulação no Brasil:

Destacam-se as principais legislações e normas sobre resíduos no Brasil:

- Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), 2010 – Dispõe sobre princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre diretrizes de gestão integrada e gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis;
- Resolução CONAMA 404, 2008 - Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos;
- NBR 15.849, 2010 – Apresenta diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento de aterros sanitários de pequeno porte;
- NBR 13.896, 1997 – Define critérios para o projeto, implantação e operação de aterros de resíduos não perigosos;
- NBR 8.419, 1992 – Define procedimentos para a apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos;

Essas normas têm como objetivo parametrizar procedimentos na elaboração de projetos, bem como na implantação e operação da atividade, de forma a reduzir o risco de ocorrência de impactos ambientais e incômodos à vizinhança, bem como,

propor critérios mínimos para a seleção assertiva do local de implantação de um aterro.

A NBR 13.896/97 é o principal instrumento que estabelece os critérios e condicionantes para projetos, operação e fechamento de aterros sanitários tendo sido a base dos indicadores técnicos ambientais no presente trabalho. Ela se vincula à NBR 8.419 de 1992, que define procedimentos para a apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos nos licenciamentos dos órgãos de controle ambiental.

A norma fixa as condições mínimas exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos não perigosos, de forma a proteger adequadamente as coleções hídricas superficiais e subterrâneas próximas, bem como os operadores destas instalações e populações vizinhas. Também enfatiza que, para assegurar o projeto, instalação e operação adequados de um aterro de resíduos não perigosos, devem ser estabelecidas exigências relativas à localização, segregação e análise de resíduos, monitoramento, inspeção, fechamento da instalação e treinamento de pessoal.

Na sequência são destacados alguns aspectos importantes da norma, que está mais detalhada no ANEXO III. Segundo a norma, são condições mínimas para que um local possa ser utilizado como aterro de resíduos não perigoso:

- O impacto ambiental a ser causado pela instalação do aterro deve ser minimizado;
- A aceitação da instalação pela população deve ser maximizada;
- O empreendimento deve estar de acordo com o zoneamento da região;
- O empreendimento deve ser utilizado por um longo espaço de tempo, necessitando apenas de um mínimo de obras para início da operação.

Para atender tais condições a norma recomenda alguns critérios e obriga o atendimento de outros.

Quanto aos critérios recomendados, destacam-se:

- Topografia;
- Geologia e tipos de solos existentes;
- Recursos hídricos;
- Vegetação;

- Acessos externos;
- Acessos internos;
- Tamanho disponível e vida útil;
- Custos;
- Distância mínima a núcleos populacionais;
- Iluminação e força;
- Comunicação;
- Análise de resíduos;
- Treinamento;
- Cercamento;
- Controle de acesso;
- Sinalização;
- Faixa de proteção sanitária;
- Sistema de drenagem pluvial;
- Emissões atmosféricas;
- Recebimento de resíduos no aterro.

Quanto aos critérios obrigatórios, destacam-se:

- O aterro sanitário não pode ser executado em áreas sujeitas a inundações, em períodos de recorrência de 100 anos;
- Entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático deve haver uma camada natural de espessura mínima de 1,50 m de solo insaturado. O nível do lençol freático deve ser medido durante a época de maior precipitação pluviométrica da região;
- O aterro sanitário deve ser executado em áreas onde haja predominância no subsolo de material com coeficiente de permeabilidade inferior a 5×10^{-5} cm/s;
- Os aterros sanitários só podem ser construídos em áreas de uso conforme legislação local de uso do solo.

Quanto à proteção das águas subterrâneas e superficiais a norma propõe que todas as instalações devem possuir um sistema permanente de monitoramento com vistas a assegurar o controle da-qualidade das mesmas

Quanto ao sistema de impermeabilização de base, drenagem e tratamento do lixiviado, a norma recomenda que, sempre que as condições hidrogeológicas do local escolhido para a implantação do aterro não atenderem às especificações mínimas de permeabilidade, deve ser prevista a implantação de uma camada de impermeabilização.

O sistema de tratamento de lixiviado deve ser projetado, construído e operado de forma que seus efluentes atendam aos padrões de emissão e garantam a qualidade do corpo receptor, bem como ter efluentes monitorados pelo menos quatro vezes ao ano.

Quanto à segurança, um aterro deve ser operado e mantido de forma a minimizar a possibilidade de fogo, explosão ou derramamento/vazamento de resíduos que possam constituir ameaça à saúde humana ou ao meio ambiente. Para tal são recomendados processos de segregação, elaboração de planos de emergência e de inspeção e manutenção.

Deve ser previsto um plano de encerramento e cuidados com o fechamento do aterro sanitário. O objetivo do plano é minimizar a necessidade de manutenção futura e minimizar (ou evitar) a liberação de líquido lixiviado contaminado e/ou gases para as águas subterrâneas, para os corpos d'água superficiais ou para a atmosfera.

1.6. O processo de avaliação de impactos e riscos ambientais:

Em 1969, os EUA estabeleceram a *National Environmental Policy Act* (NEPA), a política nacional de meio ambiente americana, que traz como instrumento a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) e obriga a utilização da mesma nos projetos, programas e atividades das quais o governo esteja envolvido direta ou indiretamente e que poderiam ser nocivos ao meio ambiente (ANTUNES, 2004). Ainda segundo o referido autor, a NEPA tornou-se uma lei fundamental, uma vez que diversos países se inspiraram nela, inclusive o Brasil, para criar suas políticas ambientais.

Além disso, a AIA passa a ser exigida pelas agências de fomento e órgãos financiadores internacionais, como o Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD), Banco Mundial e Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), para o financiamento e aprovação de projetos (CUREAU et al., 2004).

1.6.1. Avaliação de impactos e riscos ambientais no contexto da PNMA:

No Brasil, através da Lei nº 6.938 de 1981, foi instituída a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), sendo este o principal marco da legislação ambiental do país, pois traz um modelo inovador de política, a qual define princípios, conceitos, objetivos, instrumentos e ainda cria e estrutura órgãos importantes para a gestão ambiental do país (ROCCO, 2012).

Segundo Rocco (2012), a Constituição Federal (CF) segue os moldes da PNMA e dedica o Art. 225º exclusivamente ao meio ambiente e estabelece que:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

Ao definir as responsabilidades dos componentes do SISNAMA, se estabeleceu o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, com a finalidade de executar e fazer executar, como órgão federal, a política e diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente. Como órgãos seccionais estabeleceu as entidades estaduais (INEA, CETESB, etc.,) como responsáveis pela execução de programas, projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental.

Um dos principais instrumentos dessa política é a avaliação de impactos ambientais (AIA), que visa a previsão e avaliação, através de estudos, dos impactos de atividades e/ou processos no meio ambiente (GARCIA, 2014).

Outro importante instrumento da PNMA é a instituição do licenciamento ambiental para os estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes de causar degradação ambiental (BRASIL, 1981).

A resolução N° 001 do CONAMA de 1986 regulamenta o instrumento de AIA e o vincula ao processo de licenciamento ambiental (SÁNCHEZ, 2013), no qual ficam estabelecidos os requisitos para o licenciamento ambiental de atividades e empreendimentos efetiva ou potencialmente poluidoras, lista as atividades que dependerão de Estudo de Impacto Ambiental (EIA), as diretrizes e as atividades técnicas para o mesmo, bem como, o conteúdo mínimo do respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).

A resolução considera como impacto ambiental:

“Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - a biota;
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - a qualidade dos recursos ambientais”.

A partir da CONAMA 01/86, foram definidos os critérios e as diretrizes para a AIA no Brasil. Os EIA/RIMA passaram a figurar como novas ferramentas gerenciais para apoiar a tomada de decisão de gestores públicos e privados, fundamentando argumentos na previsão e avaliação da severidade de impactos ambientais, bem como na proposição de medidas mitigadoras e compensatórias dos mesmos.

Desta forma, para o licenciamento de uma atividade, os potenciais impactos ambientais da mesma estão vinculados aos projetos desenvolvidos, ao porte do empreendimento, as peculiaridades da atividade e as características ambientais da área. Assim, esse estudo multidisciplinar requer uma investigação científica e aplicação de técnicas de avaliação dos impactos (CUREAU et al., 2004).

Através da Declaração da Rio 92, mais especificamente do Princípio 17, a AIA passa a ser reconhecida em sua totalidade (GARCIA, 2014), bem como, reforça o que ficou instituído na PNMA, que:

A avaliação de impacto ambiental, como instrumento nacional, deve ser empreendida para atividades planejadas que possam vir a ter impacto negativo considerável sobre o meio ambiente e que dependam de uma decisão da autoridade nacional competente (ONU, 1992 apud GARCIA, 2014, p. 78).

Ainda como resultado da Conferência, a Agenda 21, declara, em diversas passagens, que o instrumento de AIA deve ser fortalecido visando o estímulo ao desenvolvimento sustentável, como pode ser visto no trecho a seguir (SÁNCHEZ, 2013):

Maior desenvolvimento e promoção do uso mais amplo possível das avaliações de impacto ambiental, inclusive de atividades com os auspícios dos organismos especializados do sistema das Nações Unidas, e em relação com todo projeto ou atividade importante de desenvolvimento econômico (ONU, 1992 apud SANCHEZ, 2013, p. 62).

A CF também traz no Art. 225º, que cabe ao poder público:

Exigir, na forma de lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental a que se dará publicidade (BRASIL, 1988).

1.6.1.1. Classificação de Impactos Ambientais:

De acordo com Garcia (2014, p. 24) é importante classificar os impactos, pois esta possibilita a “avaliação da dimensão dos aspectos, dos impactos, da eficácia das medidas mitigadoras e a formulação de indicadores de monitoramento dos impactos”. Assim, Garcia (2014) propõe critérios para a classificação dos impactos ambientais:

- **Quanto à natureza/adversidade:** Indica quando o impacto tem efeitos benéficos/positivos (POS) ou adversos/negativos (NEG) sobre o meio ambiente;
- **Quanto à forma:** Mostra como se manifesta o impacto, ou seja, se é direto (DIR), decorrente de uma ação do empreendimento, ou se é indireto (IND), resultado de um ou mais impactos gerados direta ou indiretamente;
- **Quanto à duração:** Divide os impactos em permanentes (PER) e temporários (TEM), ou seja, aqueles cujos efeitos manifestam-se indefinidamente ou durante um período de tempo determinado;
- **Quanto à temporalidade:** Diferencia os impactos segundo os que se manifestam imediatamente após a ação impactante (CP – curto prazo) e aqueles cujos efeitos só se fazem sentir após um período de tempo em relação à sua causa (LP – longo prazo).
- **Quanto à reversibilidade:** Classifica os impactos segundo a manifestação de seus efeitos, que podem ser irreversíveis (IRR) ou reversíveis (REV), e permite identificar quais os impactos poderão ser integralmente evitados e quais poderão apenas ser mitigados ou compensados;
- **Quanto à abrangência:** Indica os impactos cujos efeitos se fazem sentir localmente (LOC) ou que podem afetar áreas mais abrangentes (REG);
- **Quanto à cumulatividade:** Derivado da soma de vários impactos ou de cadeias de impacto que se somam, ou seja, gerado por empreendimentos isolados, porém contíguos, num mesmo sistema ambiental;
- **Quanto à sinergia:** Fenômeno no qual o efeito obtido pela ação combinada de dois impactos diferentes é maior do que a soma dos efeitos individuais;

- **Quanto à magnitude:** Refere-se ao grau de incidência de um impacto sobre o fator ambiental (água, solo, etc.) em relação ao universo desse fator. Ela pode ser alta (ALT), média (MED), baixa (BAI) ou irrelevante (IR), segundo a intensidade de transformação da situação preexistente do fator ambiental impactado. A magnitude de um impacto é, portanto, tratada exclusivamente em relação ao fator ambiental em questão, independentemente de afetar outros fatores ambientais. Podem ser estabelecidos diferentes critérios para definir a magnitude dos impactos.
- **Quanto à importância:** Refere-se ao significado de um impacto para a sociedade e à sua importância em relação aos demais impactos. Ela pode ser alta (ALT), média (MED) ou baixa (BAI), conforme o valor intrínseco atribuído pela sociedade ao fator impactado. Aqui novamente, podem ser estabelecidos diferentes critérios comparativos para definir a importância.
- **Quanto à probabilidade de ocorrência:** A probabilidade de um impacto será alta (ALT) se a ocorrência for certa e constante ao longo de toda a atividade, média (MED) se for intermitente, e baixa (BAI) se for improvável.
- **Quanto à significância:** É classificada em quatro graus, de acordo com a combinação dos níveis de magnitude, importância e probabilidade, ou seja, não significativo (NS), pouco significativo (PS), significativo (S) e muito significativo (MS) (GARCIA, 2014).

1.6.1.2 O Processo de avaliação de impactos ambientais

Como visto anteriormente, a AIA é uma atividade que visa identificar, prever, interpretar e comunicar informações sobre as consequências de uma determinada ação sobre a saúde e o bem-estar humano (SÁNCHEZ, 2013). O processo de AIA é utilizado como embasamento para tomada de decisão e contém diversas etapas lógicas, conforme organizado na figura 9.

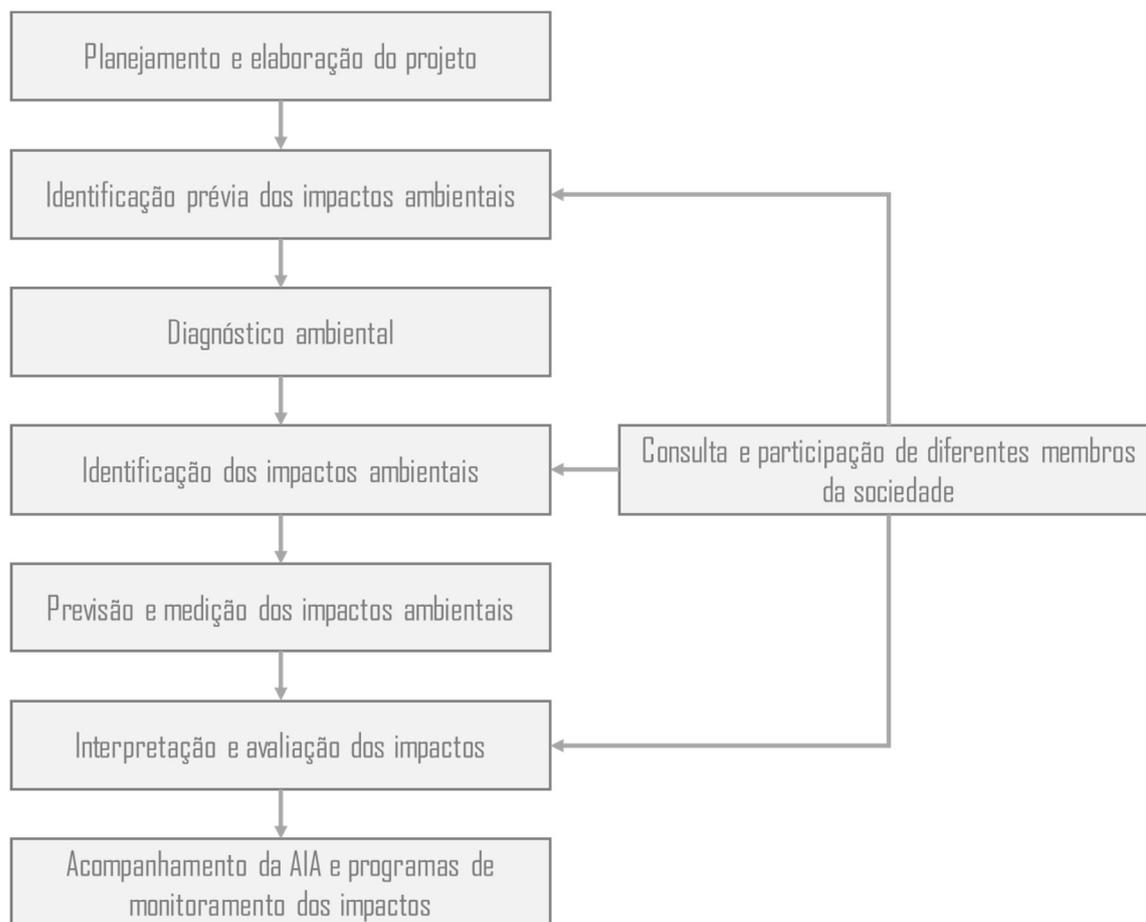


Figura 9: Estrutura lógica do processo de AIA
Fonte: Adaptado de Garcia (2014)

Sanchez (2013) afirma que para que a avaliação de impacto ambiental seja eficaz deve desempenhar as seguintes funções:

- Ajuda ao processo decisório;
- Ajuda à concepção e planejamento de projetos;
- Instrumento de negociação social; e
- Instrumento de gestão ambiental.

Dessa forma, o processo de AIA deve almejar que os projetos sejam idealizados de forma a agredir menos, tanto o ambiente quanto as populações atingidas diretamente, o que transcende analisar se os impactos são aceitáveis ou não. Os impactos desses projetos não são distribuídos de forma igualitária e as comunidades afetadas geralmente não são as beneficiadas pelo projeto em si. Um exemplo disso é um aterro sanitário que beneficia toda uma população, porém pode prejudicar as comunidades do seu entorno (SÁNCHEZ, 2013).

A Associação Internacional de Avaliação de Impactos (IAIA) descreve os objetivos da AIA de acordo com a figura 10:

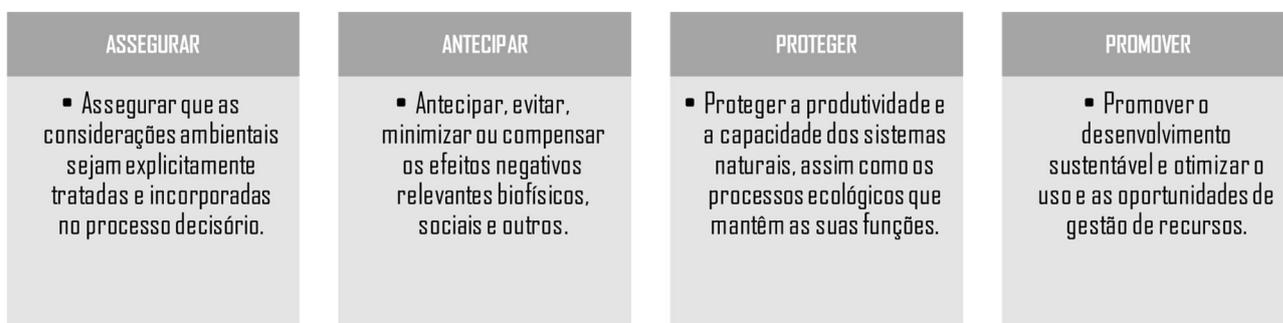


Figura 10: Objetivos da AIA
Fonte: Adaptado de IAIA (2009 apud SANCHEZ 2013)

Segundo Garcia (2014), de forma geral a avaliação de impacto ambiental possui três etapas principais:

- **Etapa 1** - correlação de cada uma das atividades previstas com os respectivos aspectos ambientais;
- **Etapa 2** - identificação do maior número de possíveis impactos;
- **Etapa 3** - previsão e avaliação da significância dos impactos, segundo critérios estabelecidos relevantes ao projeto, considerando os riscos ambientais, exigências legais e interesses da comunidade.

Para determinar previamente os impactos significativos, ou seja, aqueles que podem vir a causar degradação ambiental, devem ser considerados três critérios (SANCHÉZ, 2013):

- A importância dos recursos ambientais ou culturais ou vulnerabilidades
- A experiência profissional dos analistas;
- A opinião do público e conhecimento local.

Portanto, ter um bom conhecimento do projeto e suas especificidades denota um bom fundamento para a identificação dos impactos, sejam eles negativos ou positivos. Assim, de acordo com Garcia (2014), todas as etapas de um projeto, desde o planejamento até a desativação, devem ser detalhadas e avaliadas:

- **Planejamento** - Pesquisas de campo, estudos técnicos e econômicos, que podem vir a causar impactos no meio físico e biótico.

- **Implantação**- Instalação de canteiros de obras, construção, supressão de vegetação e desmobilização da população.
- **Operação** - Funcionamento do empreendimento, onde podem ser modificados, corrigidos, melhorados e ampliados. Nessa etapa, dependendo do caso, pode ser solicitado um novo EIA.
- **Desativação** - Fechamento ou paralisação de atividades, sem planejamento pode causar transtornos socioambientais.

Sánchez (2013, p. 242) afirma que:

Para identificação preliminar de impactos ambientais, não é necessário dispor de um conhecimento detalhado do ambiente potencialmente afetado. Na verdade, são os impactos que podem advir das atividades de planejamento, implantação, funcionamento ou desativação do projeto analisado que nortearão o prosseguimento do estudo, ao indicar que tipo de informação sobre o ambiente afetado será necessária para prever a magnitude dos impactos, avaliar sua importância e propor medidas de gestão com a finalidade de evitar, reduzir ou compensar os impactos adversos e maximizar os benefícios.

1.6.1.3. Classificação de riscos ambientais:

Em análise de risco, costuma-se diferenciar os conceitos de perigo e de risco. Perigo pode ser definido como uma situação ou condição que tem potencial de acarretar consequências indesejáveis. O perigo é uma característica intrínseca de uma substância, uma instalação ou um artefato (SANCHEZ, 2013, p. 361)

O conceito de risco expressa uma situação de perigo, ou seja, a possibilidade de materialização do perigo ou de um evento indesejado ocorrer (SANCHEZ, 2013, p, 362). De modo mais formal, risco pode ser definido como o produto da probabilidade de ocorrência de um determinado evento pela magnitude das consequências do mesmo. Em tese, a partir desta lógica, podemos calcular matematicamente diversos riscos e comparar diferentes situações de risco, já que o grau de risco irá depender da magnitude das consequências (SANCHEZ, 2013, p. 362)

Segundo Fenker *et al* (2015) o risco ambiental pode ser entendido em dois contextos principais: o risco absoluto, ou o risco do impacto ambiental isolado, e o risco de seus efeitos sistêmicos no ambiente, na economia e na sociedade.

Para Sánchez (2013, p. 356) muitos impactos negativos considerados em avaliações de impactos somente se manifestam em caso de funcionamento anormal do empreendimento analisado. Perguntas do tipo “o que aconteceria se...” devem ser procedidas para analisar a viabilidade ambiental de um projeto e conseqüentemente

os riscos associados ao mesmo. As estimativas de risco modificam-se na medida em que o risco é conhecido, logo a informação influencia na percepção do mesmo. Entende-se que o conceito de risco está associado à ideia de ameaça e probabilidade de sua ocorrência e o perigo seria a ameaça em si, ainda que não totalmente evidente (FENKER *et al*, 2015, p. 115).

Sanchez (2013, p. 367) sugere que os riscos ambientais sejam divididos em riscos naturais e tecnológicos. Segundo o autor, os riscos naturais são classificados quanto à sua origem e dividem-se em: atmosféricos, hidrogeológicos, geológicos, biológicos e siderais. Já os riscos tecnológicos são aqueles cuja origem está diretamente ligada à ação humana e são classificados de acordo com o modo de sua ocorrência, dividindo-se em agudos e crônicos. Na avaliação de impactos ambientais, a preocupação com o risco normalmente se refere à riscos tecnológicos, em especial os agudos, em função dos danos potenciais ao ambiente e à sociedade.

1.6.1.4. O Processo de avaliação de riscos ambientais

Sogabe (2006 apud FENKER *et al* 2015) entende que avaliar riscos consiste em coletar e avaliar informações sobre o impacto ambiental e, então, obter uma estimativa de magnitude e dos principais desdobramentos. Para Sánchez (2013, p. 363), a avaliação de riscos é uma atividade correlata à avaliação de impactos ambientais [...] sendo usualmente realizada em quatro etapas: 1) Identificação de perigos; 2) Análise das consequências e estimativa dos riscos; 3) Avaliação dos riscos e; 4) Gerenciamento de riscos.

Entende-se que a avaliação de riscos é uma tentativa de estimar matematicamente as probabilidades de um evento e a magnitude de seus efeitos. Através da aplicação de juízo de valor neste processo, é possível discutir a importância dos riscos e suas consequências sociais, econômicas e ambientais. Já o gerenciamento dos riscos pode ser entendido como o conjunto de atividades de identificação, estimação, comunicação e avaliação dos riscos associado à avaliação de alternativas de minimização dos riscos e suas consequências (SANCHEZ, 2013, p. 364). Kirchoff (2004 apud FENKER *et al* 2015) alega que a avaliação de risco probabilística é utilizada para identificar riscos associados a atividade e sugere a seguinte sequência lógica para a sua avaliação: 1) Avaliação dos perigos; 2) Estimativa da probabilidade/frequência; 3) Análise das consequências e; 4) Caracterização do risco. Para Amaral e Silva (2006 apud FENKER *et al* 2015), a

classificação dos riscos ambientais conforme a sua magnitude, severidade ou gravidade pode ser dada através da escala de gradação mostrada no quadro 5:

Escala	Critério de avaliação da escala
Desprezível	Quando não existem danos mensuráveis
Marginal	Quando há danos irrelevantes
Crítica	Quando há possíveis danos;
Catastrófica	Quando causa efeitos graves.

Quadro 05: potenciais impactos e consequências ambientais

Quanto à frequência, Moura (2008 apud FENKER *et al* 2015) propõe a seguinte gradação: a) Frequente; b) Provável; c) Ocasional; d) Remota; e) Improvável. A partir das sugestões de Amaral e Silva (2006) e de Moura (2008), Fenker (2015) propõe uma matriz de risco, pontuando-se as subdivisões de probabilidade e magnitude em uma escala de 1 a 5, conforme figura 11:

		Probabilidade						
		Intensidade	Improvável	Remota	Possível	Provável	M. Provável	
Magnitude			1	2	3	4	5	
		Baixíssimo	1	1	2	3	4	5
		Baixo	2	2	4	6	8	10
		Médio	3	3	6	9	12	15
		Alto	4	4	8	12	16	20
		Altíssimo	5	5	10	15	20	25

Figura 11: Matriz de riscos ambientais
Fonte: Adaptado de Fenker *et al* (2015)

A figura 11 representa uma Matriz de Risco a partir do grau de gravidade e da probabilidade de ocorrência, em que o risco aumenta a partir da ponderação dos fatores magnitude e probabilidade de ocorrência (FENKER *et al*, 2015, p. 117).

Apesar da estratégia de gestão apresentada, é sabido que estimar perigos, riscos e até mesmo impactos ambientais, tangencia a percepção de indivíduos, ação com alto teor de subjetividade. O grau de informação disponibilizada pela empresa gestora da atividade influencia muito na percepção de riscos, bem como a localização da atividade, a fauna e flora diretamente afetados, a cultura da comunidade residente e domiciliada na região e até mesmo o compromisso ético da empresa gestora com o meio ambiente. Segundo Fenker *et al* (2015, p. 118), as pessoas percebem maior perigo ao residirem próximas a empresas com risco ambiental, e, com isso, pressionam para a sua redução.

1.6.2. Etapas básicas de planejamento, implantação, operação de aterros:

A partir do detalhamento das fases de planejamento, implantação, operação e desativação é possível identificar de fato as causas dos potenciais impactos e riscos do projeto de um aterro sanitário. O quadro 6 identifica uma listagem das principais atividades de um aterro sanitário.

Fase de planejamento
Estudo de viabilidade técnico-econômica e de alternativas de localização
Investigações geotécnicas preliminares
Divulgação do empreendimento
Declaração de utilidade pública e anúncio de desapropriações
Fase de implantação: atividades preparatórias
Execução das desapropriações
Pagamento de indenizações
Contratação de serviços
Contratação de mão de obra
Implantação de canteiro de obras
Deslocamento de máquinas
Aquisição de bens e insumos
Estocagem de bens e insumos
Remoção de vegetação
Fase de implantação: implantação do aterro
Escavações para preparação de células
Compactação do solo do fundo das células
Instalação de sistema de drenagem no fundo e nos taludes laterais
Instalação de manta impermeável no fundo e nos taludes laterais
Instalação de dutos para coleta de biogás
Implantação de sistema de drenagem de águas pluviais
Perfuração de poços de monitoramento das águas subterrâneas
Construção de guaritas, escritórios e demais instalações
Instalação de cerca
Implantação de cortina vegetal
Fase de operação
Circulação de caminhões pelas vias de acesso
Recebimento e pesagem dos caminhões
Descarga dos caminhões
Compactação do lixo
Recebimento do lixo com solo
Coleta de lixiviado
Tratamento de lixiviado ou encaminhamento para estação de tratamento
Coleta e queima de biogás (ou aproveitamento)
Conservação e manutenção de áreas verdes
Monitoramento ambiental
Fase de desativação
Recobrimento definitivo com solo
Plantio de gramíneas nas bermas e taludes
Monitoramento geotécnico
Monitoramento ambiental
Tratamento de lixiviado ou encaminhamento para estação de tratamento
Coleta e queima de biogás (ou aproveitamento)

Quadro 06: Principais atividades das etapas de planejamento, implantação (serviços preliminares e implantação), operação e desativação (monitoramento) de aterros sanitários

Fonte: Adaptado de Sánchez, 2013.

Assim como foi feito com o detalhamento e avaliação de cada atividade do projeto, devem ser identificados, de forma clara e concisa, os impactos ambientais para cada uma dessas atividades, para isso utilizam-se diversos métodos de AIA (GARCIA, 2014).

A previsão de impactos permite descrever os impactos identificados e, caso seja possível, quantificá-los, para que possa adotar medidas de controle de forma a evitar, atenuar, corrigir ou compensar os impactos adversos. Essas previsões devem fornecer informações quanto à magnitude ou intensidade do impacto, duração e a área de influência do mesmo (SÁNCHEZ, 2013).

Existem diversas formas de prever impactos, como modelos matemáticos, comparação e extrapolação, experimento de laboratório e de campo, simulações, julgamento de especialistas e, a escolha desse método vai depender do que melhor se aplicar ao tipo de impacto.

1.6.3. Impactos ambientais e medidas mitigadoras típicas de aterros sanitários:

Como em qualquer outro empreendimento com porte significativo, os impactos ambientais de um aterro abrangem o meio físico, biológico e antrópico que, em geral, são descritos tecnicamente no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e em seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), solicitados pelos órgãos ambientais competentes quando da possibilidade de instalação de empreendimentos considerados, efetiva ou potencialmente, poluidores que possam causar degradação ambiental.

Ferreira (2006) afirma que em países desenvolvidos há uma pressão pública que obriga os empreendedores a manterem os aterros sanitários longe das áreas urbanizadas, do mesmo modo que exige alterações nos padrões de qualidade, desde a elaboração de projetos até o tratamento e disposição final de resíduos sólidos.

No Brasil, essa questão não é muito diferente, já que a maior parte da população não quer ter como vizinho o local de destinação do que o próprio indivíduo descarta.

Porém, o enfrentamento desse quesito transcende as questões técnicas, atingindo debates econômicos, políticos e sociais. Fato é que a hegemonia econômica de uma minoria influencia diretamente no cenário político de um país, estado ou município, que, por sua vez, acaba, por atender aos interesses pontuais e não coletivos. Implantar e operar aterros sanitários perpassa por estas questões em nosso

país, e por este motivo, muitas vezes, estão localizados próximos a áreas de preservação e/ou a comunidades rurais ou de baixo poder aquisitivo, distantes dos centros urbanos, centros de massa da produção dos resíduos.

De certo modo, essas pessoas aceitam e/ou são atraídas para locais como este, por conta da oferta de infraestrutura, mesmo que esta seja mínima, bem como pela desvalorização dos imóveis das redondezas e da oportunidade de trabalho ligada a esta atividade (SISINNO, 2006).

As grandes áreas necessárias, o distanciamento dos centros urbanos, os custos logísticos com o transporte e as condições ambientais fragilizadas impactam diretamente nos custos desse tipo de empreendimento.

Outro ponto a se destacar quanto aos custos da atividade é que a mesma deve tratar efluentes e gases liberados no processo de decomposição da matéria orgânica, além, é claro, de monitorá-los com frequência estipulada em licenciamento ambiental ou normas.

De acordo com Ferreira (2006), a necessidade de afastamento de áreas densamente ocupadas deu origem a unidades de transbordos, que possuem a função de receber os resíduos coletados nas cidades por caminhões menores e transportá-los para caminhões com maior capacidade de armazenamento de resíduos para que estes sejam encaminhados ao aterro sanitário mais próximo. Essa medida facilita o escoamento dos resíduos sólidos e barateia os custos com o transporte.

A PNRS estabelece como solução adequada de disposição final de resíduos (rejeitos) os aterros sanitários. A fragilidade na estruturação de sistemas eficazes de tratamento e reciclagem, faz com que permaneça a demanda por grandes áreas para aterros sanitários.

Em todo caso, um projeto de aterro sanitário, sem o devido planejamento das etapas de implantação, operação e desativação, tende a potencializar riscos de acidentes ambientais e, conseqüentemente, de impactos e danos para o ambiente e sociedade.

O quadro 7 organiza os potenciais impactos e conseqüências ambientais dos aterros sanitários.

Impacto	Consequência
Poluição do solo	Causa alterações das características física, química e biológica do solo. Muitos materiais possuem substâncias altamente poluidoras/tóxicas, como por exemplo, metais (chumbo, mercúrio, zinco, etc.), pesticidas, e ainda a presença de cloretos e nitrogênio amoniacal.
Poluição das águas	O lixiviado oriundo oferece risco de contaminação de corpos hídricos e águas subterrâneas. Caso a população ao redor utiliza poços para o seu abastecimento, essa água pode ser contaminada. Podendo desencadear problemas para a saúde da população.
Poluição do ar	A geração de gases como o metano (CH ₄), advindos da decomposição da matéria orgânica, contribui para o efeito estufa e a formação de chuva ácida. Esses gases são liberados na atmosfera e podem ocasionar explosões, pondo em risco as pessoas que ali vivem. A cobertura diária dos resíduos, as poeiras suspensas advindas dos resíduos e, caso as vias de acesso de caminhões e máquinas não estejam pavimentadas, também contribuirão para a poluição do ar, bem como a escavação, compactação do solo.
Poluição visual	Alteração da paisagem local, com a remoção de vegetação, escavação da área, recorde de encostas, o que favorece a erosão.
Maus odores	Advindos, principalmente, da decomposição da matéria orgânica e do chorume gerado.
Poluição sonora	Provocada por caminhões que transportam os resíduos e máquinas que despejam, compactam e espalham os resíduos, além da ampliação das áreas para despejo.
Acidentes	Aumento do tráfego de caminhões pesados.
Proliferação de vetores	Potenciais problemas para a saúde da população, atração de aves, como urubu, podem provocar acidentes com aeronaves.

Quadro 07: potenciais impactos e consequências ambientais dos aterros sanitários

Fonte: Adaptado de Sisino e Oliveira (2006).

1.7. A percepção socioambiental na avaliação de desempenho:

1.7.1. O processo de percepção ambiental:

O homem transformou seus valores e acreditava no poder de controlar a natureza e modificá-la de acordo com a sua utilidade e em prol das suas necessidades. Segundo Mansoldo (2012), nesta transformação, o homem desenvolveu seu apreço pelos bens materiais, e, a partir deste fato, o desenvolvimento econômico dissociou-se das bases éticas relacionais. O hedonismo estimulado pelo consumo, potencializou as desigualdades sociais, a miséria, a degradação ambiental, a poluição e etc.

Fato é que, nem mesmo a constatação de que as ações humanas estão associadas a prejuízos na saúde e à impactos ambientais foi suficiente para que o homem parasse de agredir ao meio ambiente.

Diversos autores, como Sánchez (2013), Ferreira (2006), Kligerman (2006), entre outros, concordam que é necessária uma mudança na forma como o homem vê o mundo, uma revisão dos valores e nas culturas, principalmente a do consumismo e da industrialização desmedida (sem precaução com meio ambiente), para que o

mundo não entre em colapso e não esgote de vez os recursos naturais e a capacidade do meio ambiente de absorver, além dos seus próprios resíduos, todas as intervenções humanas. Com as mudanças de hábitos e de valores é possível reverter esse quadro em busca do desenvolvimento humano e do bem-estar das vidas no planeta.

O fato de o homem ter se desvinculado da sua essência e da sua convivência com o meio natural, fez com que tornasse difícil a percepção de suas atitudes a respeito do meio ambiente, uma vez que ele não se vê como parte integrante do mesmo e não percebe, ou mesmo não avalia, suas ações e consequências sobre o meio ambiente (PALMA, 2005).

Sob a ótica da fenomenologia³ a percepção consiste no processo mental que estrutura e organiza a ligação do indivíduo com o mundo, através de imagens selecionadas, armazenando e dando-lhes significado (KRELING, 2006).

A formação da percepção ambiental advém desse processo mental, no qual ocorre uma interação do homem com o meio ambiente que resulta em mecanismos cognitivos e informação sensorial que aliados a estímulos externos, faz com que cada indivíduo compreenda e reconheça as condições ambientais em que vive, de acordo com suas próprias experiências a qual resulta no comportamento e conduta de cada um.

Fernandes (2008) enfatiza que o processo de percepção “inclui a apreensão da realidade através dos sentidos, cognição, avaliação e conduta. As três primeiras fases têm como produto um modelo pessoal da realidade, que influencia diretamente na conduta do indivíduo”.

Do mesmo modo, Melazo (2005) complementa que os valores e experiências individuais influenciam no modo como é percebido o ambiente e atribuem certo grau de importância em suas vidas. E considera ainda, que:

A percepção individual ocorre através dos órgãos dos sentidos associados a atividades cerebrais. As diferentes percepções do mundo estão relacionadas às diferentes personalidades, à idade, às experiências, aos aspectos socioambientais, à educação e à herança biológica.

³ Fenomenologia é o estudo de um conjunto de fenômenos e como se manifestam, seja através do tempo ou do espaço.

Faggionato (2002 apud FERNANDES 2008), também destaca que:

Cada indivíduo percebe, reage e responde diferentemente às ações sobre o ambiente em que vive. As respostas ou manifestações daí decorrentes são resultado das percepções (individuais e coletivas), dos processos cognitivos, julgamentos e expectativas de cada pessoa.

Para perceber o mundo que os rodeia, os seres humanos utilizam os sentidos: visão, tato, olfato, paladar e audição, que aliados aos processos mentais, cognitivos, a cultura, os valores e outros meios, tornam-se fundamentais para a percepção (MELAZO, 2005). O autor propõe uma representação esquemática do processo perceptivo, conforme figura 12.



Figura 12: Processo perceptivo que permite a compreensão do mundo que rodeia o indivíduo.

Fonte: Adaptado de Melazo, 2005.

A exemplo disso, para Okamoto (2002):

[...] tem-se a sensação do ambiente pelos estímulos desse meio, sem ter consciência disso. Pela mente seletiva, diante do bombardeio de estímulos, são selecionados os aspectos de interesse ou que tenham chamado a atenção, e só aí que ocorre a percepção (imagem) e a consciência (pensamento, sentimento), resultando em uma resposta a um comportamento.

Ainda de acordo com o autor a percepção ambiental “é a visão individual do ambiente, acerca do contexto, que o leva a reagir de forma diferente com o meio a

sua volta.”, isto é, cada indivíduo tem uma forma distinta de percepção e para que algo seja percebido é necessário que haja um interesse e este se baseia no conhecimento, na cultura, na ética e na postura de cada um (PALMA, 2005), ou seja, cada um atribui valores e impressões diferentes de acordo com as sensações experienciadas e com os estímulos externos.

1.7.2. Impactos ambientais sob diferentes percepções:

Cada indivíduo apresenta uma forma distinta de conhecer o ambiente que o cerca, atribuindo valores e impressões de acordo com os estímulos externos e como foi vivenciado. Logo, a mesma lógica se aplica a percepção da ocorrência de impactos ambientais, existindo diferentes óticas sobre a ocorrência dos mesmos.

Uma destas óticas está relacionada a percepção social acerca dos impactos advindos da implantação e operação de aterros sanitários. Neste sentido, Kreling (2006) compara os impactos causados pelos aterros sanitários, sob dois referenciais distintos: a) O teórico e técnico, adquirido no EIA/RIMA; b) O referencial teórico da população direta e indiretamente afetada. A autora propõe a comparação dos impactos ambientais e suas consequências sobre o meio antrópico, considerando os referenciais mencionados. O quadro 8 aborda as diferenças notadas:

	Impactos	Consequências
Com base no RIMA	Movimento de equipamento e máquinas na construção	Poluição sonora e atmosférica, alteração da paisagem, mudança de rotina dos moradores
	Movimento de equipamento e máquinas na operação	Poluição sonora e atmosférica, alteração da paisagem, mudança de rotina dos moradores, movimento de tráfego nas estradas
	Disposição dos resíduos	
		Contaminação da água
		Recuperação da área
Com base em informações populares	Proximidade com UC	Projeto frágil com ameaça ao meio ambiente
	Obras no aterro	Contaminação das águas superficiais e subterrâneas que abastecem a região
		Não existe água encanada na região, população se utiliza de poços subterrâneos
	Movimento de equipamento e máquinas na construção	Fim do sossego dos moradores, área de sítios de lazer
	Movimento de equipamento e máquinas na operação	Descaracterização da paisagem bucólica que lembra o interior
Com base em informações populares	Disposição dos resíduos	Contaminação das águas superficiais e subterrâneas
		Descaracterização da região
		Atração de papuleiros e catadores de lixo
		Segurança dos moradores locais
		Desvalorização dos terrenos
		Riscos à saúde da população

Quadro 8: Comparação dos impactos e consequências do ponto de vista técnico e popular

Fonte: Adaptado de Kreling, 2006.

Em geral, os estudos ambientais elaborados com a finalidade de instalação de um empreendimento somente citam e descrevem genericamente os impactos e suas consequências, porém não há um aprofundamento de como esses impactos atuam na vida da população, o que torna a percepção por parte dos técnicos e empreendedores “indireta, científica e conceitual” (MACHADO, 1996 apud KRELING, 2006). Já de acordo com as informações populares, há a percepção “direta e íntima” (MACHADO, 1996 apud KRELING, 2006), uma vez que há a vivência cotidiana e afetividade para com o local.

Ao analisar o quadro 8, verifica-se que as duas versões diferem, principalmente, nas descrições de cada consequência, na qual as informações obtidas através da população possuem mais riqueza de detalhes. Todavia, apesar da diferença é possível notar que, de certo modo, elas convergem, visto que as mesmas são passíveis de complementação, tanto por uma análise técnica (“indireta, científica e conceitual”) quanto com a percepção ambiental dos moradores (“direta e íntima”).

Com base nessa comparação, constata-se a importância de considerar a percepção que trazem os moradores para avaliação de impacto ambiental, já que esta pode ir muito além do estudo técnico da região, de forma a tornar os projetos e, principalmente as medidas mitigadoras, adequados à realidade daquela população.

Essas medidas mitigadoras, segundo Sánchez (2013), são ações, simples ou sofisticadas, focadas na redução da magnitude ou importância dos impactos. O autor também considera como uma medida mitigadora as modificações realizadas em projetos para impedir ou atenuar os impactos. Cabe esclarecer, que medida mitigadora é diferente de medida compensatória, já que esta última, de acordo com o autor, é voltada para a compensação da perda de um bem ou função em virtude de um projeto, principalmente quando os impactos causados por este não podem ser evitados ou mesmo mitigados.

Em geral, na etapa de elaboração do EIA/RIMA, são previstas medidas compensatórias e preventivas para os impactos negativos significativos identificados. Estas ações figuram na rotina construtiva e operacional do aterro, até a sua completa desativação. Kreling (2006) faz uma proposta sintética para embasar as ações a serem desenvolvidas nesta etapa:

- Aumentar a segurança na área do entorno, com barreiras para diminuir a poluição sonora, atmosférica e visual;
- Melhorar as vias de acesso com asfalto e colocação de quebra-molas;

- Controlar adequadamente a disposição de resíduos do lixo através do isolamento do material depositado;
- Implantar um sistema eficiente de drenagem dos líquidos provenientes dos resíduos e impermeabilizar o piso do aterro;
- Contribuir para a melhoria da qualidade de vida da comunidade local;

Assim, apesar de existirem diferentes visões, da atividade de um aterro sanitário, é factível que estas se integrem para aferir a qualidade ambiental desta atividade, por meio da identificação e mensuração dos impactos causados pela mesma. Em suma, verifica-se que a garantia de minimização destes impactos decorre do cumprimento das legislações vigentes em todas as etapas do empreendimento (projeto, implantação, operação, desativação e monitoramento), bem como seja utilizado o instrumento de AIA, como forma de auxiliar a elaboração de políticas públicas, tal como medidas mitigadoras, levando em consideração a percepção experienciada e vivida da população local.

Essas etapas (implantação, operação e desativação) foram utilizadas por Kreling (2006) em seu estudo de caso, baseadas em informações técnicas de diversos EIA/RIMA, para descrever os impactos, positivos e negativos, do aterro sanitário. Segundo Kreling (2006), os impactos ambientais dos aterros sanitários sob o meio antrópico ocorrem nas fases de implantação, operação e desativação, sendo os mesmos apresentados no quadro 09:

Etapa	Impactos Negativos	Impactos Positivos
Implantação	◦ Poluição sonora	◦ Melhoria das vias de acesso pela pavimentação de estradas de terra
	◦ Poluição atmosférica (Poeira)	
	◦ Alteração da paisagem local;	
	◦ Alteração da rotina dos moradores	
	◦ Desvalorização de terrenos	
Operação	◦ Surgimento e proliferação de vetores	◦ Surgimento de postos de trabalho para os moradores locais
	◦ Mau cheiro exalado pelos resíduos	
	◦ Contaminação da água	
	◦ Poeira devido ao tráfego de caminhões	◦ Aumento da arrecadação de impostos
	◦ Risco de acidente devido ao tráfego	
	◦ Desvalorização de terrenos	
Desativação	◦ -----	◦ Reabilitação da área
		◦ Revalorização de terrenos

Quadro 09: Identificação dos impactos ambientais positivos e negativos de aterros sanitários sob o meio antrópico nas etapas de implantação, operação e desativação.

Fonte: Adaptado de Kreling, 2006.

Para que sejam evitados os transtornos gerados pelos impactos socioambientais de um aterro sanitário, é imprescindível que o empreendedor elabore um projeto apropriado e prossiga com a implantação, operação, desativação e monitoramento de maneira adequada, tendo vista os aspectos legais de sua atividade, bem como as boas práticas técnicas para mitigação de impactos à comunidade local.

2. METODOLOGIA

Tendo em vista a complexidade do objeto da pesquisa, para melhor compreensão, a metodologia foi subdividida em seis etapas distintas, descritas a seguir.

2.1. Primeira Etapa: Revisão Bibliográfica:

A primeira etapa fundamentou-se em uma revisão bibliográfica que visou estabelecer um denso referencial teórico, direcionado para a busca de conceitos, legislações, normas, diretrizes e procedimentos, nacionais e internacionais.

Para a uniformização de sinônimos no processo de pesquisa e localização de dados, foram utilizados os seguintes descritores: Construção de indicadores de sustentabilidade; Análise de desempenho ambiental; Critérios técnicos-ambientais, de implantação e de operação de aterros sanitários; Análise de viabilidade econômica de aterros sanitários; Dimensionamento de equipamentos operacionais de aterros sanitários; Licenciamento e Avaliação de impactos ambientais em aterros sanitários e; Percepção social de impactos ambientais em aterros sanitários. As principais bases de dados utilizados foram a SciELO (*Scientific Electronic Library Online*), ERIC (*Educational Resources Information Center*), Portal Periódicos Capes e Google Acadêmico.

2.2. Segunda Etapa: Proposição dos indicadores básicos:

A segunda etapa foi a internalização das informações obtidas na revisão supracitada, composição de referências consultadas, análise crítica das informações obtidas e proposição dos indicadores básicos para a constituição do índice de sustentabilidade almejado. Os grupos de indicadores foram desenvolvidos e adaptados em função da evolução da construção do conteúdo.

2.2.1. Indicadores técnico-ambientais:

O conjunto técnico-ambiental divide-se em três subgrupos de indicadores relativos às características locais, à infraestrutura implantada e às condições operacionais do aterro. A base metodológica para a proposição dos indicadores foram a NBR 13.896/97, o Índice de Qualidade de Aterros (IQA) do Estado de São Paulo, o

Índice de Qualidade de Destinação Final de Resíduos (IQDR) do Estado do Rio de Janeiro, bem como os critérios propostos pela CRF (258) da EPA dos EUA e a experiência profissional do autor.

O processo de verificação dos indicadores técnico-ambientais se dá a partir da avaliação, em campo, em documentos comprobatórios disponibilizados pelo gestor do aterro sanitário e/ou através de consulta realizada junto à órgãos públicos de controle.

Destacam-se os seguintes documentos a serem utilizados para uma boa avaliação dos indicadores técnico-ambientais: Projetos técnicos de engenharia; Manuais de operação; Certidões expedidas por órgãos públicos de controle; Licenças ambientais; Pareceres de licenciamento ambiental; Estudo de impacto ambiental; Relatório de impacto ambiental; Relatório ambiental simplificado; Análise Preliminar de Riscos, dentre outros.

2.2.2. Indicadores econômicos:

O conjunto de indicadores econômicos divide-se em dois subgrupos, sendo eles a disponibilidade de equipamentos operacionais e a análise de inadimplência. Para alcançar os objetivos propostos no primeiro subgrupo, foi desenvolvida uma metodologia de quantificação de equipamentos pesados necessários em função do porte do aterro, intitulada Equipamentos Mínimos Obrigatórios (EMO).

De posse do EMO é possível calcular o Custo Médio Operacional Estimado (CMOE) do aterro e confrontar-se o mesmo ao Custo Médio Operacional Praticado (CMOP), fornecido pelo gestor da unidade.

A partir desta análise, podem-se identificar o excesso ou carência de investimento nos equipamentos operacionais. A carência de investimento está intrinsecamente vinculada a deficiências, possivelmente identificáveis, no conjunto de indicadores técnico-ambientais. Já o excesso de investimento está associado a prejuízos ou a possibilidade de aumento da capacidade de recebimento de resíduos.

Para a realização da análise de inadimplência, em entrevista, o gestor da unidade indica, caso existam, clientes que se encontram com pendências de pagamento no último semestre. A partir desta informação é possível analisar semestralmente o CMOE, o CMOP, a receita estimada, a receita real, a lucratividade estimada e a lucratividade real, bem como o percentual de inadimplência no período.

Para fundamentar a construção dos gráficos de custos operacionais, fez-se necessário definir uma escala de porte para os aterros sanitários. Para tal, adotou-se

a taxa de geração per-capita de RSU proposta pelo Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio de Janeiro (PERS), bem como a geração anual de resíduos. A ABETRE (2007), em sua publicação intitulada “Estudo sobre os aspectos econômicos e financeiros da implantação e operação de aterros sanitários”, sugere a seguinte escala de porte para aterros sanitários: Pequeno Porte: Recebimento médio inferior a 100 t/dia; Médio Porte: Recebimento entre 100 t/dia e 800 t/dia, e; Grande Porte: Recebimento entre 800 t/dia e 2.000 t/dia. A escala em questão foi revista e re-estratificada visando abranger todos os aterros co-participantes da pesquisa, à uma taxa de 1.000 t/dia, a partir da faixa 1.000 t/dia. As informações foram organizadas conforme quadro 10:

Classificação de Porte Aterro Sanitário	Comunidade atendida (habitantes)	Taxa de geração Per-Capita (PERS 2014)	Taxa de deposição média anual (t/ano)	Taxa de deposição média mensal (t/mês)	Taxa de deposição média diária (t/dia)
Comunitário	≤ 1.500	0,50	≤ 274	23	1
Pequeno	≤ 30.000	0,65	≤ 7.118	593	20
Médio	≤ 570.000	0,95	≤ 198.064	16.505	550
Grande	≤ 1.000.000	0,99	≤ 359.890	29.991	1.000
Excepcional I (2000 t/dia)	≥ 2.000.000	1,00	≥ 720.000	60.000	2.000
Excepcional II (3000 t/dia)	≥ 2.727.273	1,10	≥ 1.080.000	90.000	3.000
Excepcional III (4000 t/dia)	≥ 3.636.364	1,10	≥ 1.440.000	120.000	4.000
Excepcional IV (5000 t/dia)	≥ 4.545.455	1,10	≥ 1.800.000	150.000	5.000
Excepcional V (6000 t/dia)	≥ 5.000.000	1,20	≥ 2.160.000	180.000	6.000
Excepcional VI (7000 t/dia)	≥ 5.833.333	1,20	≥ 2.520.000	210.000	7.000
Excepcional VII (8000 t/dia)	≥ 6.666.667	1,20	≥ 2.880.000	240.000	8.000
Excepcional VIII (9000 t/dia)	≥ 6.923.077	1,30	≥ 3.240.000	270.000	9.000
Excepcional IX (10000 t/dia)	≥ 7.692.308	1,30	≥ 3.600.000	300.000	10.000

Quadro 10: Escala de porte em função da comunidade atendida e taxa de deposição média diária

A proposta acima também visou considerar a complementação de EMOs sugerida por Tchobanoglous (2002). O autor propõe uma metodologia para estimar-se os EMOs em função do porte do aterro sanitário, que está representada no quadro 11:

População Aproximada (Habitantes)	Geração de RSU (t/dia)	Equipamento		
		Quantidade	Tipologia	Tamanho (t)
0 a 20.000	0 a 50	1	Trator Esteira	4,5 a 13,0
20.000 a 50.000	50 a 150	1	Trator Esteira	13,0 a 26,0
50.000 a 100.000	150 a 300	1	Escavadeira ou Carregadeira*	—
		1	Caminhão Tanque	—
		1 a 2	Trator Esteira	> 13,0
> 100.000	300**	1	Escavadeira ou Carregadeira	—
		1	Caminhão Tanque	—
		1 a 2	Trator Esteira	> 20,0
Equipamentos Complementares (Para aterros acima de 300 t/dia)		1	Compactador de solo	—
		1	Escavadeira ou Carregadeira	—
		1	Caminhão Tanque	—
		***	Moto niveladora	—

* A escolha entre escavadeira ou carregadeira dependerá de condições locais

** Para cada 500 t adicionadas ao aterro, deve-se adicionar um de cada equipamento complementares

*** Equipamento opcional, depende das necessidades individuais de cada aterro

Quadro 11: EMO em função do porte do aterro sanitário

Fonte: Adaptado de Tchobanoglous (2002)

A partir do quadro 11, adaptaram-se os EMOs e os quantitativos propostos por Tchobanoglous (2002), extrapolando-se os resultados para os diferentes portes propostos no quadro 10.

2.2.3. Indicadores socioambientais:

Os impactos típicos que um aterro sanitário atinge não são restritos ao meio físico ou biótico, interagindo também com o meio antrópico da atividade. Assim, entende-se que a elaboração de projetos que atenuem os impactos sociais, bem como considerem as perspectivas da população afetada, visando integrar as rotinas da atividade proposta à cultura local são fundamentais para a sustentabilidade operacional deste tipo de atividade.

Certamente a análise dos impactos sob o meio antrópico distingue-se da análise dos impactos sob o meio físico e biótico, haja vista a capacidade intrínseca do ser-humano em expressar as suas emoções e opiniões acerca dos fatos que vivência de forma organizada e clara, diferentemente da maioria das demais espécies de fauna e flora.

A análise da percepção ambiental de uma população pode ser realizada por meio de diversas metodologias. Fernandes (2008) sugere que os estudos desta tipologia podem ser realizados por meio de “questionários, mapas mentais e até representação fotográfica”. A partir de qualquer uma das metodologias descritas é possível desenvolver indicadores de desempenho que traduzam a percepção social quanto a ocorrência de impactos ambientais em uma atividade poluidora, bem como consolidar dados e mensurar a qualidade ambiental desta atividade. Tal ação auxilia na mensuração da magnitude e frequência de impactos ambientais, bem como no desenvolvimento de políticas públicas eficazes, direcionadas à população residente e domiciliada na área de influência direta do empreendimento.

Para conseguir traduzir a percepção social em indicadores socioambientais, foram propostas duas técnicas distintas. A primeira foi baseada na aplicação de um questionário estruturado de perguntas fechadas à população residente e domiciliada nas proximidades do aterro em análise. A segunda foi baseada em uma análise de riscos ambientais, conduzida pelo próprio avaliador do ISOAS, no caso específico de não haver possibilidade de se realizar entrevistas com a comunidade, por motivo alheio à vontade do avaliador.

2.2.3.1. Técnica 1: Aplicação de questionário:

Esta etapa procedimental subdivide-se em quatro estágios: a) Definição do universo amostral; b) Aplicação do questionário; c) Consolidação dos dados coletados e d) Avaliação da percepção socioambiental a partir da utilização de indicadores de desempenho. Entende-se que o quarto estágio figure como resultado, pois reúne os indicadores propostos por esta metodologia. Por este motivo está detalhado no item 4 da tese.

a) Definição do universo amostral a ser consultado:

Para o desenvolvimento de indicadores socioambientais e a necessidade de aplicação do questionário estruturado de perguntas fechadas à comunidade residente e domiciliada no entorno da atividade, faz-se necessário definir o universo amostral, bem como verificar os locais mais suscetíveis à ocorrência dos impactos.

Desta forma, tornou-se relevante definir as áreas de influência dos impactos da atividade, podendo estas ser divididas em: Área Diretamente Afetada (ADA), Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII) (SÁNCHEZ, 2013 e GARCIA, 2014):

- ADA: Abrange pontualmente o local do empreendimento;
- AID: É a área que sofrerá diretamente com os impactos, ultrapassando os limites do empreendimento;
- AII: Abrange locais afetados pelo empreendimento, porém por impactos indiretos.

Na Resolução CONAMA N° 01/96, é estabelecido que no estudo de impacto ambiental devem ser definidos “os limites da área geográfica a ser direta e indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza”. Entretanto, a definição e delimitação dessas áreas não é padronizada por lei, normas ou diretrizes institucionais, sendo seus limites derivados de propostas técnicas feitas pelos empreendedores e do aceite das mesmas pelos órgãos ambientais competentes.

Para a definição do universo amostral a ser utilizado, sugeriu-se que a aplicação do questionário ocorra em uma fração da população residente e domiciliada na AID do empreendimento, devendo ser considerado os seguintes critérios de seleção: a) Residências localizadas em um raio de 3 Km a partir do centro do aterro

sanitário e; b) Residências localizadas em uma faixa de 30 metros (para cada lado), da via que liga o acesso ao aterro à rodovia estadual ou federal mais próxima.

b) Proposta de questionário estruturado de perguntas fechadas:

O questionário é um dos instrumentos mais utilizados para coletar dados, principalmente sociais. De acordo com Richardson (2012), é recomendado “que o questionário inclua diferentes aspectos de um problema, ainda que não sejam analisados em determinado momento”. Por conseguinte, o questionário proposto segue os seguintes aspectos:

- Quali-quantitativo, que considera a opinião do entrevistado quanto ao assunto abordado e aponta por meio de dados numéricos a frequência e a intensidade que cada impacto gera;
- Estruturado com perguntas fechadas, na qual as respostas são definidas e o entrevistado escolhe entre uma das opções oferecidas;
- Formulação de indicadores, que visam mensurar os impactos típicos de um aterro sanitário sob as vistas da população.

Este tipo de pesquisa permite que o entrevistado escolha a “alternativa que mais se ajusta às suas características, ideias e sentimentos” (RICHARDSON, 2012) e permite que as respostas sejam tratadas e consolidadas mais facilmente.

O autor sugere que a estrutura das perguntas deve seguir “um diálogo”, no qual primeiramente aproxima-se gradativamente ao tema proposto, levando ao tema central e para finalizar um último quesito genérico. Para tal, as entrevistas seguiram a seguinte ordem:

1. Introdução do questionário com perguntas fora do tema em questão, como os dados sociodemográficos do entrevistado;
2. Inclusão de perguntas gerais referentes ao problema;
3. Inclusão de perguntas mais complexas ou emocionais, formando o núcleo do questionário;
4. Inclusão de perguntas mais fáceis e uma última pergunta para que o entrevistado expresse seus sentimentos referente a questão.

Em síntese, o questionário foi produzido de forma a iniciar com instruções objetivas ao entrevistado quanto ao tema proposto e a forma como deve ser

preenchido. Após esta ação foram solicitados os dados sociodemográficos e a partir de então foi abordado o tema em questão, onde são realizadas perguntas chaves, que direcionam o questionário. A partir destas, foram elaboradas outras perguntas sem fugir do tema da pergunta chave, com o intuito de se finalizar a entrevista.

O questionário desenvolvido para a pesquisa tem 20 perguntas estruturadas fechadas, entretanto nem todas precisam ser respondidas pelo entrevistado. A necessidade de resposta depende de perguntas prévias, que indicarão se será necessário, ou não, realizar perguntas específicas, que visam detalhar os impactos. A estrutura do questionário teve como linha mestra a proposta de Richardson (2012), entretanto, à luz de Kreling (2006) para a proposição das perguntas-chave. Desta forma, objetivou-se identificar a percepção da população consultada acerca da ocorrência dos impactos ambientais típicos durante a operação de aterros sanitários.

Inicialmente os entrevistados declararam seu nome, endereço, o tipo de imóvel e a distância aproximada entre o aterro sanitário e à sua residência. Após a formalização do cadastro do indivíduo, iniciou-se, efetivamente o questionário, com cinco perguntas que visam gerar dados sociodemográficos, sendo elas:

- Qual é o seu grau de instrução?
- Quantas pessoas residem no imóvel?
- Possui crianças na residência?
- Tempo que reside no local:
- Período que permanece no local.

Após esta etapa, foram direcionadas perguntas específicas sobre o tema da pesquisa. Em um primeiro momento, objetivou-se identificar a percepção sobre a ocorrência de impactos ambientais positivos após a instalação do aterro sanitário. A sexta pergunta do questionário tem o seguinte teor “Percebeu algum benefício na sua residência após a instalação do empreendimento?”. Caso o entrevistado tenha declarado não ter percebido benefícios (impactos positivos), partiu-se para sétima pergunta. Caso ele tenha declarado ter percebido, partiu-se para a caracterização e detalhamento do impacto ambiental positivo através das seguintes perguntas:

- Foram implantadas sinalizações nas vias de acesso ao aterro para evitar acidentes?
- Foram realizadas melhorias nas vias de acesso ao aterro?

- A empresa contratou mão de obra local?
- Houve aumento da oferta por educação, após a implantação do aterro?
- Houve aumento da oferta por saúde, após a implantação do aterro?
- Houve melhoria da oferta de infraestrutura (água, esgoto, eletricidade e gás)
- Houve redução do índice de criminalidade na região?

Todas as perguntas devem ser respondidas apenas com “sim” ou “não”, sem um maior detalhamento para não confundir o entrevistado e não abrir diferentes canais de interpretação. Em tese, a simples resposta “sim” já caracteriza a percepção do impacto. Cabe frisar que as perguntas tiveram como referência conceitual a proposta de Kreling (2006) para impactos ambientais positivos típicos de aterros sanitários.

O segundo momento técnico do questionário intencionou verificar a percepção social quanto à ocorrência de impactos ambientais negativos durante a operação dos aterros. A sétima pergunta é a principal norteadora do questionário, sendo ela “Percebeu algum incômodo na sua residência após a instalação do empreendimento?”. Caso o entrevistado declare não ter percebido incômodos (impactos negativos), parte-se direto para a pergunta 19, detalhada posteriormente. Caso ele tenha declarado ter percebido um determinado impacto, parte-se para a caracterização e detalhamento através das perguntas-chave da metodologia, também baseadas em respostas fechadas “sim” e “não”:

- Cheiro de lixo nas redondezas (Se sim - vá para o item 8)
- Barulho de caminhões transitando (Se sim - vá para o item 9)
- Fumaça de caminhões transitando (Se sim - vá para o item 10)
- Lixo nas ruas vindo dos caminhões - embalagens e restos de comida - (Se sim - vá para o item 11)
- Fila de caminhões ao longo do dia (Se sim - vá para o item 12)
- Lixiviado nas ruas vindo dos caminhões (Se sim - vá para o item 13)
- Poeira dentro da residência (Se sim - vá para o item 14)
- Barulho de máquinas no aterro (Se sim - vá para o item 15)
- Água de poço com odor/sabor característico (Se sim - vá para o item 16)
- Proliferação de ratos nas redondezas (Se sim - vá para o item 17)
- Moscas e mosquitos nas redondezas (Se sim - vá para o item 18)
- Outros (Especificar)

Assim como para os impactos positivos, as perguntas tiveram como referência conceitual a proposta de Kreling (2006) para impactos ambientais negativos típicos de aterros sanitários.

Ao indicar a percepção de um dos impactos ambientais negativos descritos, o questionário leva o entrevistado a realizar uma avaliação da frequência e da magnitude dos impactos percebidos através de uma nova questão, relativa ao impacto percebido, dividida em quatro subtópicos, sendo eles:

- Qual é o período crítico? (Manhã / Tarde / Noite)
- Quanto tempo dura o incômodo? (Minutos / Horas / Mais de um dia (constante))
- Qual a frequência com que ocorre? (Eventual / Usual / Diário)
- Prejudica seu bem-estar? (Sim / Não)

O mesmo padrão foi estruturado para todos os onze impactos ambientais negativos propostos na metodologia. Desta forma é possível caracterizar, através da percepção da população residente e domiciliada no AID do aterro sanitários, os impactos ambientais típicos da atividade, bem como mensurar a significância dos mesmos através da análise de sua frequência e magnitude.

As perguntas 19 e 20 são responsáveis por realizar o fechamento do questionário, são perguntas mais simples com o foco apenas na verificação do grau de proximidade e atuação das equipes de gestão ambiental do aterro junto à população residente e domiciliada na AID. Sendo elas: A empresa promove encontros entre ela e a comunidade? A equipe de Meio Ambiente do aterro já veio conversar com a sua família? O questionário desenvolvido encontra-se no ANEXO IV.

c) Consolidação dos resultados:

A aplicação do questionário tem o objetivo de coletar informações para posterior tratamento dos dados e consolidação dos mesmos. Para que este processo ocorra, é necessário responder às seguintes questões:

- Quantas pessoas foram entrevistadas?
- Quantas pessoas estão envolvidas na análise (familiares)?
- Quantas pessoas responderam cada pergunta realizada?

Tendo como base essas informações, é possível obter uma avaliação percentual geral (considerando todos os entrevistados) de cada resposta fornecida. Desse modo, a partir da consolidação dos resultados é possível se gerar diversas análises estatísticas acerca da percepção de impactos positivos e negativos, bem como a sua frequência e magnitude. O modelo de planilha de consolidação encontra-se no ANEXO V.

2.2.3.1.1. Processo de submissão ao Comitê de Ética da UERJ

De acordo com a Seção II – Termos e Definições, item II.2 da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) a pesquisa envolvendo seres humanos é aquela que, individual ou coletivamente, envolva o ser humano, de forma direta ou indireta, em sua totalidade ou partes dele, incluindo o manejo de informações ou materiais.

No item II.14 define-se que os Comitês de Ética em Pesquisa (CEP) são colegiados interdisciplinares e independentes, com "*munus público*", de caráter consultivo, deliberativo e educativo, criados para defender os interesses dos sujeitos da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Ainda segundo a referida resolução, item II.15, vulnerabilidade refere-se ao estado de pessoas ou grupos que, por quaisquer razões ou motivos, tenham a sua capacidade de autodeterminação reduzida, sobretudo no que se refere ao consentimento livre e esclarecido de participação em pesquisas.

Na seção III – Aspectos éticos da pesquisa envolvendo seres humanos, item II, fica estabelecido que:

Todo procedimento de qualquer natureza envolvendo o ser humano, cuja aceitação não esteja ainda consagrada na literatura científica, será considerado como pesquisa e, portanto, deverá obedecer às diretrizes da presente Resolução. Os procedimentos referidos incluem entre outros, os de natureza instrumental, ambiental, nutricional, educacional, sociológica, econômica, física, psíquica ou biológica, sejam eles farmacológicos, clínicos ou cirúrgicos e de finalidade preventiva, diagnóstica ou terapêutica havendo necessidade de apreciação por CEP.

Desta forma, considerando a necessidade de realização de entrevista à população vulnerável na AID dos empreendimentos avaliados para a constituição do ISOAS, de acordo com a referida resolução, fez-se necessário submeter o projeto de

pesquisa em questão ao CEP da UERJ. O projeto foi submetido à avaliação em 12 de junho de 2018. Após as tramitações necessárias, em 11 de dezembro de 2018, através do parecer número 3.074.573 (ANEXO VI), a pesquisa em questão foi aprovada, sem qualquer consideração sobre os termos de apresentação obrigatória, sem qualquer recomendação adicional e sem a necessidade de submissão ao Conselho Nacional de Ética e Pesquisa (CONEP).

2.2.3.2. Técnica 2: Realização da Análise de Risco Ambiental:

Na impossibilidade de se realizar entrevistas com a comunidade residente e domiciliada na AID do aterro sanitário, tem-se como metodologia alternativa, a produção de um estudo de análise de riscos ambientais da operação do aterro sanitário em avaliação. Com base em Kreling (2006), foram propostos 11 (onze) critérios de percepção baseados nos aspectos e impactos ambientais típicos da atividade, conforme apresentado no quadro 12.

CRITÉRIOS DE PERCEPÇÃO	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL
"Percepção de odor na AID" Foi percebido cheiro de lixo (Odor característico) nas redondezas do aterro?	Emissão atmosférica	Alteração da qualidade do ar na AID
"Verificação de fumaça na AID" Foi percebida fumaça oriunda de caminhões transitando no entorno do aterro?	Emissão atmosférica	Alteração da qualidade do ar na AID
"Verificação de particulado na AID" Foi percebido o aumento de poeira e material particulado no interior das residências devido ao trânsito de caminhões no entorno do aterro?	Emissão atmosférica	Alteração da qualidade do ar na AID
"Identificação de resíduos na AID" Foi constatada a presença de resíduos volantes oriundos dos caminhões?	Geração de Resíduo	Alteração da qualidade de solo / Impactos visuais negativos
"Identificação de chorume na AID" Foi constatado chorume oriundo dos caminhões no entorno do aterro?	Geração de Lixiviado	Contaminação de água e solo na AID
"Constatação de contaminação na AID" Foi constatada alteração de odor/sabor característico na água de poço após a instalação do aterro?	Geração de Lixiviado	Contaminação de água e solo na AID
"Identificação de vetores na AID" Foi constatada a proliferação de ratos e outros vetores terrestres após a instalação do aterro?	Proliferação de Vetores	Disseminação de doenças na AID
"Identificação de vetores na AID" Foi constatada a proliferação de moscas e outros vetores aéreos após a instalação do aterro?	Proliferação de Vetores	Disseminação de doenças na AID
"Percepção de barulhos na AID" Foi percebido barulho de caminhões transitando no entorno do aterro?	Incômodos à população	Alteração da qualidade de vida na AID
"Percepção de incômodos na AID" Foi constatada fila de caminhões no acesso à balança do aterro?	Incômodos à população	Alteração da qualidade de vida na AID
"Percepção de barulhos na AID" Foi percebido barulho do maquinário pesado da operação do aterro no entorno do aterro?	Incômodos à população	Alteração da qualidade de vida na AID

Quadro 12: Critérios de percepção de incômodos típicos de aterros sanitários

Para a melhor percepção da ocorrência dos impactos pelo avaliador do ISOAS, vinculou-se a mesma à uma técnica de avaliação de impactos e, no caso de se identificar impactos significativos, à uma técnica de análise de riscos.

a) Metodologia de avaliação dos impactos ambientais:

Para uma eficaz avaliação de impactos, a metodologia foi dividida em duas etapas. A primeira “classificação” está associada ao processo de caracterização dos impactos, tendo sido utilizados os critérios propostos por Garcia (2014):

- Natureza do impacto (Positivo ou negativo)
- Forma do impacto (Direto ou indireto)
- Duração do impacto (Permanente ou temporário)
- Temporalidade do impacto (Curto, médio ou longo prazo)
- Reversibilidade do impacto (Reversível ou Irreversível)
- Abrangência do impacto (Local ou abrangente)
- Cumulatividade do impacto (Sim ou não)
- Sinergia do impacto com outras atividades (Sim ou não)

É importante frisar que não há pesos ou critérios de significância na etapa de classificação de impactos, apenas o interesse em caracterizar os mesmos de acordo com os critérios estabelecidos. A segunda etapa, “avaliação”, somente deve ser procedida após a indicação de percepção do impacto (caso haja) e à sua classificação pelo avaliador do ISOAS. Para a operacionalização do processo, foram estipulados três critérios básicos (magnitude, importância e probabilidade) e, dentro de cada um deles, faixas de intensidade distintas, com pesos distintos.

Os valores foram atribuídos com base nas premissas de Sánchez (2013). O avaliador do ISOAS, com base em sua percepção, em vistoria à AID do aterro sanitário, deve atribuir pesos aos critérios básicos definidos, obedecendo aos seguintes critérios:

- Magnitude
 - Alta – Peso 6
 - Média – Peso 4
 - Baixa – Peso 2
 - Irrelevante – Peso 0

- Importância
 - Alta – Peso 3
 - Média – Peso 2
 - Baixa – Peso 1
- Probabilidade
 - Alta – Peso 3
 - Média – Peso 2
 - Baixa – Peso 1

O resultado de cada critério básico deve ser somado, gerando uma pontuação total para o impacto em avaliação. Foi proposta uma escala, conforme quadro 13, para avaliação de significância dos impactos. Desta forma, após a soma dos resultados dos critérios básicos, é possível definir, a partir da escala proposta, o grau de significância dos impactos em avaliação. Os critérios foram adaptados pelo autor a partir da proposta de Sánchez (2013).

AVALIAÇÃO DE SIGNIFICÂNCIA (IMPACTO)	
Critério	Pontuação
Não significativo	0 a 3 pontos
Pouco significativo	4 a 6 pontos
Significativo	7 a 9 pontos
Muito significativo	10 a 12 pontos

Quadro 13: Critérios e pontuações possíveis para avaliação de significância de impactos ambientais

b) Metodologia de análise de riscos ambientais:

Caso identifique-se que o impacto em avaliação é “Significativo” ou “Muito Significativo” deve-se integrar à avaliação de impactos, uma análise de riscos. Assim é possível definir ações prioritárias para mitigar os incômodos à comunidade residente e domiciliada na AID. Para o desenvolvimento da metodologia, partiu-se da premissa que risco deve ser entendido como “algo com resultado incerto” e, a partir disto, que risco ambiental é “algo com o resultado incerto que possa causar impacto ambiental negativo”.

De acordo com Sanchez (2013), “risco pode ser definido de modo mais formal como o produto da probabilidade de ocorrência de um determinado evento pela

magnitude das consequências”. Desta forma, é possível calcular matematicamente os riscos e comparar diferentes situações de risco.

Para a operacionalização do processo utilizou-se a matriz de risco proposta por Fenker (2015). A partir dos dois critérios básicos (magnitude e probabilidade) foram propostas faixas de intensidade distintas, com pesos distintos, seguindo uma lógica similar à utilizada no processo de avaliação de impactos.

O avaliador do ISOAS, com base em sua percepção, em vistoria à AID do aterro sanitário, atribui pesos aos critérios básicos definidos, obedecendo aos seguintes critérios:

- Magnitude
 - Altíssima – Peso 5
 - Alta – Peso 4
 - Média – Peso 3
 - Baixa – Peso 2
 - Baixíssima – Peso 1

- Probabilidade
 - Muito provável – Peso 5
 - Provável – Peso 4
 - Possível – Peso 3
 - Remota – Peso 2
 - Improvável – Peso 1

O resultado de cada critério básico deve ser multiplicado, gerando uma pontuação total para o risco em análise. A matriz de risco de Fenker (2015) foi adaptada com a proposição de um mapa de calor vinculado à significância dos riscos em função do resultado do produto entre os critérios básicos, conforme figura 11 apresentada na revisão bibliográfica. A partir da matriz, propôs-se uma escala, conforme quadro 14, para avaliação de significância dos riscos em função do resultado obtido.

AVALIAÇÃO DE SIGNIFICÂNCIA (RISCO)	
Critério	Pontuação
Catastrófico	Acima de 16
Crítico	Entre 12,1 e 16
Significativo	Entre 5,1 e 12
Reduzido	Entre 3,1 e 5
Marginal	Menor que 3

Quadro 14: Critérios e pontuações possíveis para avaliação de significância de riscos ambientais

Foi proposta a utilização de uma planilha de controle que consolida as informações necessárias à operacionalização da metodologia. A planilha consolidada encontra-se no ANEXO VII.

2.3. Terceira Etapa: Aplicação da metodologia Delphi:

Uma das etapas mais sensíveis da metodologia é a atribuição de valores para os pesos/significâncias dos indicadores propostos. Com o objetivo reduzir a subjetividade nesta etapa, as planilhas básicas de avaliação de sustentabilidade produzidas foram submetidas à avaliação de vinte especialistas em gestão de resíduos sólidos, em diferentes regiões do Brasil, através da técnica Delphi.

Segundo Linstone (2002 apud ROZADO, 2015) a técnica Delphi pode ser caracterizada como um método para estruturar o processo de comunicação grupal, de modo a permitir que um grupo de indivíduos, tratados como um todo, possa trabalhar com problemas complexos. A técnica tem três características fundamentais:

1. O anonimato, já que nenhuma dos participantes do painel interage com os demais, anulando a influência sobre as percepções individuais;
2. A interação e realimentação são controladas, logo, o moderador deverá considerar todas as contribuições feitas pelos participantes;
3. As respostas do grupo são traduzidas de forma estatística, logo será possível identificar o grau de consenso entre os participantes para cada indicador avaliado.

Ainda segundo Linstone (2002 apud ROZADO, 2015) após a manifestação de todos os participantes, o moderador do processo deverá consolidar as contribuições e apresentar o valor consensual para cada indicador proposto. Desta forma, acredita-se que seja possível reduzir a subjetividade no processo de valoração dos

indicadores. Após a consolidação das planilhas básicas de avaliação de sustentabilidade operacional dos aterros sanitários, incluiu-se no referido arquivo três colunas para que os especialistas pudessem, de maneira simples e rápida, realizar uma análise crítica da metodologia.

A primeira coluna teve como objetivo a realização de uma “Avaliação de Pertinência” dos indicadores. A partir da experiência profissional e acadêmica dos especialistas, os mesmos deveriam assinalar se julgavam o indicador pertinente ou não. Em caso negativo, deveriam migrar para a avaliação do indicador seguinte. Em caso positivo, deveriam migrar para a avaliação da segunda coluna proposta para o indicador. Na segunda coluna objetivava-se uma “Avaliação de Relevância” dos indicadores.

Desta forma, os especialistas deveriam atribuir pesos que, em sua experiência, representassem a relevância do indicador na metodologia ISOAS. Para parametrizar as respostas, propôs-se uma escala de pontuação variante entre 0 (valor mínimo) e 10 (valor máximo), ficando a critério do especialista a adoção de valores intermediários em função dos critérios de avaliação do indicador. A terceira coluna objetivava constituir um espaço livre para manifestação dos especialistas, não sendo um campo de preenchimento obrigatório. Inicialmente, definiu-se uma expectativa de resposta de, no mínimo, 40% dos especialistas consultados para o encerramento da técnica. Foram necessárias cinco rodadas para o atingimento desta meta.

A primeira rodada teve início em 25 de maio de 2017, tendo sido consultados 22 especialistas. Cada especialista recebeu, via e-mail, uma carta contendo às orientações gerais para a participação (modelo presente no ANEXO VIII) e um arquivo editável da planilha consolidada. Definiu-se um prazo de 15 (dias) para a devolutiva das avaliações. No primeiro prazo definido não houve devolutivas. O prazo foi sendo prorrogado por aproximadamente 2 meses. Ao final do processo apenas dois especialistas se manifestaram.

Em função do baixo índice de resposta, foram necessárias outras rodadas. A segunda rodada foi iniciada em 24 de agosto de 2017, com envio para os 18 especialista pendentes, nesta, apenas uma devolutiva. A terceira foi iniciada em 27 de outubro de 2017 e teve como produto duas devolutivas. A quarta rodada teve início 04 de janeiro de 2018, com saldo de três respostas obtidas. A quinta rodada teve início em 01 de fevereiro de 2018, com mais duas respostas.

Desta forma, ao final do processo, ao longo de oito meses de aplicação da técnica, foram obtidas dez devolutivas, percentual de respostas de 50% dos especialistas consultados, 10% acima da meta inicialmente estabelecida. A partir das respostas obtidas, foi realizada a consolidação dos resultados, foram considerados os seguintes critérios para a geração da planilha consolidada:

- A determinação de manutenção ou retirada de um indicador derivou da análise integrada da “Avaliação de Pertinência”. Caso a maioria dos especialistas consultados (metade mais um) julgasse um determinado indicador como não pertinente, o mesmo seria excluído da metodologia. Entretanto, ressalta-se que não houve consenso de exclusão de nenhum indicador.
- A determinação do peso final de cada indicador derivou da média aritmética dos valores propostos pelos especialistas durante a “Avaliação de Significância”.

2.4. Quarta Etapa: Construção do modelo matemático do ISOAS:

A quarta etapa da metodologia consistiu na produção de um modelo matemático para a obtenção do ISOAS. Utilizou-se como critério fundamental o conceito *Triple Botton Line* (TBL) de John Elkington (1997), no qual, os valores resultantes da análise de cada um dos indicadores são processados, sendo obtido um valor percentual que representa a sustentabilidade do aterro em análise.

A métrica de valoração da sustentabilidade segue uma lógica meritocrata, baseada na concessão de estrelas em função do desempenho obtido pelo aterro durante a análise. Caso a pontuação do aterro esteja entre 0% e 50%, o mesmo é classificado como insustentável; aos valores entre 51% e 60%, são concedidas uma estrela; entre 61% e 70% duas estrelas; entre 71% e 80% três estrelas; entre 81% e 90% quatro estrelas, entre 91% e 100% cinco estrelas.

2.5. Quinta Etapa: Identificação de resultados e produção de *Dashboard*:

A quinta etapa teve como objetivo identificar e selecionar resultados relevantes da metodologia e produzir o *Dashboard* de sustentabilidade do aterro sanitário. Em função do grande volume de informações potencialmente geradas a partir da aplicação da metodologia, priorizou-se a apresentação das informações por grupos, sendo eles informações gerais, informações técnicas-ambientais, informações econômicas e informações socioambientais.

Nas informações gerais, destacou-se o resultado do ISOAS, bem como o radar da sustentabilidade do aterro, a análise dos custos médios operacionais, a análise de percepção dos incômodos, o preço médio praticado por tonelada disposta, o recebimento diário declarado em toneladas e a tonelage acumulada em um mês.

Nas informações técnicas-ambientais, destacou-se o resultado do grupo de indicadores, o resultado em cada um dos subgrupos, o radar técnico-ambiental, a tonelage diária recebida de RSU e RCS e o quantitativo de lixiviado gerado diariamente.

Nas informações econômicas destacou-se o resultado do grupo de indicadores; a relação geração dos custos em função dos valores praticados e estimados, o percentual do CMOE diário, os principais geradores inadimplentes no último semestre, a análise de “Custo X Receita (diária)”, a análise de “Custo x Receita (semestral)”, bem como a lucratividade em um cenário estimado e a lucratividade em um cenário real. A seleção de informações geradas a partir dos indicadores sociais deu-se em duas alternativas consideradas:

- a. Entrevista com a comunidade residente na área de influência direta do empreendimento e o grupo de indicadores resultantes; A quantificação dos entrevistados e seus familiares; A análise percentual da percepção de impactos possíveis, de incômodos, da percepção de benefícios, de impactos negativos e de impactos positivos; O quantitativo de impactos potenciais, positivos e negativos identificados; A análise de “Tipologia X Quantidade de Impactos Positivos Percebidos” e de “Tipologia X Quantidade Impactos Negativos Percebidos”.
- b. Análise de riscos e impactos ambientais diretamente pelo avaliador com o seguinte resultado do grupo de indicadores; A quantificação dos impactos ambientais potenciais, dos impactos ambientais percebidos e dos riscos ambientais avaliados; A análise de significância dos impactos e dos riscos e; A análise percentual de “Riscos X Impactos Potenciais”, “Impactos Percebidos X Impactos Potenciais” e “Riscos X Impactos Percebidos”.

2.6. Sexta Etapa: Aterros sanitários coparticipantes:

A sexta e última etapa fundamentou-se no processo de identificação, seleção, contato, documentação, convite e aceite de coparticipação de empresas gestoras de aterros sanitários na pesquisa.

Inicialmente a proposta era de aplicar a metodologia em aterros sanitários de diferentes portes, a fim de verificar a calibração geral dos indicadores, bem como das curvas de custos propostas e a metodologia matemática desenvolvida.

Após diversos contatos chegou-se a um grupo de aterros cujas tratativas iniciais visavam formalizar a coparticipação de seis empresas gestoras no Estado do Rio de Janeiro e Minas Gerais, apresentadas no quadro 15.

Aterro Sanitário	Estado	Município	Gestora	Capacidade diária Licenciada (t)	Porte
CTDR Santa Rosa	Rio de Janeiro	Seropédica	Ciclus Ambiental	10.400 (LO 035070)	Excepcional IX
CTR São Gonçalo	Rio de Janeiro	São Gonçalo	Foxx Haztec	2.400 (LO 018810)	Excepcional I
CTR Nova Iguaçu	Rio de Janeiro	Nova Iguaçu	Foxx Haztec	5.000 (LO 018048)	Excepcional IV
CTR São Pedro da Aldeia	Rio de Janeiro	São Pedro da Aldeia	Dois Arcos	650 (LO IN033461)	Grande
CTR Itaboraí	Rio de Janeiro	Itaboraí	Estre Ambiental	3.000 (AVB 001912)	Excepcional II
CTR Juiz de Fora	Minas Gerais	Juiz de Fora	Vital Engenharia	500 (P1369938/2016)	Médio

Quadro 15: Aterros previamente selecionados para a realização da pesquisa de campo

Entretanto, somente foi possível, a coparticipação de três empresas, gestoras de quatro aterros sanitários no Estado do Rio de Janeiro, sendo elas:

- Dois Arcos Gestão de Resíduos Ltda. - Gestora do CTR São Pedro da Aldeia;
- Ciclus Ambiental do Brasil S.A. - Gestora do CTR Santa Rosa (Seropédica) e;
- FOXX Haztec Soluções Ambientais S.A. - Gestora do CTR Nova Iguaçu e do CTR São Gonçalo.

Assim, o objetivo inicial de aplicar em aterros de diferentes regiões e portes não foi atendido, uma vez que somente foi possível formalizar a assinatura do “Termo de Autorização Institucional” com os 4 aterros operados por estas empresas, conforme documentos no ANEXO IX. As demais empresas consultadas não deram devolutivas no tempo hábil para a realização da pesquisa.

No papel de coparticipantes as empresas indicaram gestores, tomadores de decisão, para participação em entrevistas estratégicas, bem como disponibilizar equipe guia para apoio na produção dos resultados de campo.

A pesquisa de campo para constituição do ISOAS ocorreu entre os meses de janeiro e fevereiro de 2019. A primeira visita foi ao CTR Dois Arcos, localizado no município de São Pedro da Aldeia, no dia 10 de janeiro de 2019, das 13h às 18h.

Nos dia 23 de janeiro de 2019, das 9h às 13h, ocorreu a segunda visita do projeto de pesquisa, no CTR Nova Iguaçu localizado no município de Nova Iguaçu. A terceira visita ocorreu no CTR São Gonçalo, no dia 24 de janeiro de 2019, das 9h às 13h. O CTR localiza-se, no município de São Gonçalo. O último CTR visitado foi o de Santa Rosa, no dia 20 de fevereiro de 2019, das 9h às 13h. O CTR está localizado, no município de Seropédica.

2.6.1. Informações gerais do CTDR Santa Rosa:

O CTDR Santa Rosa, teve a sua localização na Rodovia Raphael de Almeida Magalhães, Km 107, município de Seropédica (Coordenadas 627248,97 E 7478552,37 S), aprovada pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA) em 17 de fevereiro de 2011 através de Licença Prévia (LP) número IN015601, expirada em 17 de novembro de 2011. A área destinada ao aterro sanitário possui aproximadamente 2.226.000 m² e localiza-se na bacia hidrográfica do Rio Guandu e tem precipitação média anual de 1.920 mm.

A unidade iniciou sua operação em 20 de abril de 2011, tendo como instrumento autorizativo a Licença de Operação (LO) número IN016380, expirada 19 de abril de 2016. Em 06 de julho de 2016 a referida LO foi renovada sob o número IN035070, com validade prevista para 06 de julho de 2021, com o seguinte teor:

[...] operar aterro sanitário (até 10.400 t/d) em área construída de 544.215,11 m² pertencentes às fases 1, 2 e 3 (3.A.1., 3.A.2., 3.B.1, 3.B.2 e 3.C.1) para disposição de resíduos de origem residencial, comercial e de serviços industriais não perigosos (classe II); Estação de Tratamento de Chorume; Linha de Recalque; Oficina e Ponto de Abastecimento de veículos e equipamentos.

Na licença constam 50 (cinquenta) restrições de validade que visam garantir a proteção ao meio ambiente e a boa operação da atividade através de diversos mecanismos de comando, controle e monitoramento. A empresa gestora do empreendimento é a Ciclus Ambiental do Brasil S/A. Atualmente o aterro recebe resíduos gerados nos municípios do Rio de Janeiro, Mangaratiba, Seropédica, Itaguaí e Magé, representando um recebimento médio estimado de 9.842 t/d de RSU, levando à um enquadramento no porte Excepcional VIII, conforme quadro 10, anteriormente

apresentado nesta metodologia. De acordo com o projeto que subsidiou a concessão da licença de instalação da atividade, o empreendimento possui uma vida útil de aproximadamente 26 anos, representando a capacidade de recebimento de aproximadamente 86 milhões de toneladas de RSU. O quadro 16 apresenta as estimativas de geração das diferentes tipologias de resíduos e de lixiviado nos municípios atendidos pelo aterro.

Municípios atendidos	População municipal (IBGE - 2018) (hab)	Taxa de Geração Per Capita (PERS-RJ) (Kg/hab.dia)	Estimativa de geração (t/dia)	Resíduos (t/d)				Geração lixiviado (m ³ /dia) (0,2l/hab.dia à uma precipitação média anual de até 1.500mm)
				RSU	RSS Bruto (2% de RSU - IPEA 2012)	RCS*	RCC (0,5 t/hab.ano - IPEA 2012)	
1 Rio de Janeiro**	6.688.927	1,43	9565,2	9565,2	191,3	1626,1	9162,9	1337,8
2 Mangaratiba	36.456	0,65	23,7	23,7	0,5	3,6	49,9	7,3
3 Seropédica	86.743	0,75	45,5	45,5	0,9	9,8	118,8	17,3
4 Itaguaí	125.913	0,75	66,1	66,1	1,3	14,2	172,5	25,2
5 Magé	243.657	0,83	141,6	141,6	2,8	30,3	333,8	48,7
Total:	7.181.696		9842,1	9842,1	196,8	1683,9	9837,9	1436,3

* No estado do Rio de Janeiro, apenas os municípios do Rio de Janeiro e de Niterói possuem legislação específica para coleta diferenciada de RCS. De acordo com o PERS (2014) em média, no município do rio de janeiro o RCS representa 17% dos resíduos coletados e no município de Niterói 20,5%. Para os demais municípios, adotou-se, de maneira conservadora o percentual de 15%.

** Apenas no caso do município do Rio de Janeiro não se adotou a taxa de geração per capita do PERS/RJ 2014. Adotou-se a geração descrita no PMGIRS/RJ 2014

Quadro 16: Estimativas de população, geração de diferentes tipologias de resíduos e de lixiviado nos municípios que destinam RSU para o Aterro de Seropédica

A figura 13 apresenta uma visão geral da área do aterro. A imagem aérea foi extraída do software Google Earth no ano de 2019. Como a atividade de disposição final de resíduos é extremamente dinâmica, a imagem selecionada pode destoar da atual conformação do aterro.



Figura 13: Imagem aérea do CTDR Santa Rosa
Fonte: Software Google Earth (2019)

2.6.2. Informações gerais do CTR São Gonçalo:

A CTR São Gonçalo, teve a sua localização na Estrada do Anaia S/N, município de São Gonçalo (Coordenadas 706793,36 E e 7470740,76 S), aprovada pelo Instituto INEA em 01 de março de 2011 através de LP número IN015922, expirada em 01 e março de 2014. A área destinada ao aterro sanitário na fase 1, possui aproximadamente 106.500 m² e localiza-se na bacia hidrográfica da Baía de Guanabara e tem precipitação média anual de 1.257 mm.

A unidade iniciou sua operação em 23 de janeiro de 2012, tendo como instrumento autorizativo a LO número IN0018810, expirada em 23 de janeiro de 2016. No sistema do INEA não foi localizada a renovação da referida licença junto ao processo administrativo original, apenas uma ata de reunião datada de 28 de setembro de 2016 informando que o pleito de renovação estaria em análise. Entretanto, a atividade possui diversas averbações da LO IN018810 registradas no sistema do INEA. Destacando-se a última disponibilizada, AVB002536, datada de 27 de novembro de 2014, que possui o seguinte teor:

[...] para operar uma área de 106.500 m² pertinente a fase 1, para disposição de resíduos sólidos de origem residencial, comercial, de varrição e de resíduos industriais classe II (não perigosos); estação de tratamento de chorume (à nível terciário com osmose inversa, numa vazão de 120m³/dia); recepção e armazenamento temporário via câmara fria de resíduos de serviços de saúde (grupos A, B, D e E) oriundos do município de São Gonçalo.

A última averbação de licença possui 52 (cinquenta e duas) restrições de validade que visam garantir a proteção ao meio ambiente e a boa operação da atividade através de diversos mecanismos de comando, controle e monitoramento. A empresa gestora do empreendimento é a Foxx Haztec Soluções Ambientais S/A.

Atualmente o aterro recebe resíduos gerados nos municípios de São Gonçalo e 70% dos resíduos gerados em Niterói, representando um recebimento médio estimado de 1.407 t/d de RSU, levando a um enquadramento no porte Excepcional, conforme quadro 10, anteriormente apresentado nesta metodologia.

De acordo com o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da atividade, o empreendimento possui uma vida útil de aproximadamente 15 anos, representando a capacidade de recebimento de aproximadamente 13 milhões de toneladas de RSU. O quadro 17 apresenta as estimativas de geração das diferentes tipologias de resíduos e de lixiviado nos municípios atendidos pelo aterro.

Municípios atendidos	População municipal (IBGE - 2018) (hab)	Taxa de Geração Per Capita (PERS-RJ) (Kg/hab.dia)	Estimativa de geração (t/dia)	Resíduos (t/d)				Geração lixiviado (m ³ /dia) (0,2l/hab.dia à uma precipitação média anual de até 1.500mm)
				RSU	RSS Bruto (2% de RSU - IPEA 2012)	RCS*	RCC (0,5 t/hab.ano - IPEA 2012)	
1 São Gonçalo	1.077.687	0,99	1066,9	1066,9	21,3	160,0	1476,3	215,5
2 Niterói (70%)*	511.786	0,95	340,3	340,3	6,8	99,7	701,1	102,4
3								
4								
5								
Total:	1.589.473		1407,2	1407,2	28,1	259,7	2177,4	317,9

* No estado do Rio de Janeiro, apenas os municípios do Rio de Janeiro e de Niterói possuem legislação específica para coleta diferenciada de RCS. De acordo com o PERS (2014) em média, no município do rio de janeiro o RCS representa 17% dos resíduos coletados e no município de Niterói 20,5%. Para os demais municípios, adotou-se, de maneira conservadora o percentual de 15%.

** Apenas no caso do município do Rio de Janeiro não se adotou a taxa de geração per capita do PERS/RJ 2014. Adotou-se a geração descrita no PMGIRS/RJ 2014

Quadro 17: Estimativas de população, geração de diferentes tipologias de resíduos e de lixiviado nos municípios que destinam RSU para o Aterro de São Gonçalo

A figura 14 apresenta uma visão geral da localização do aterro. A imagem aérea foi extraída do software Google Earth no ano de 2019. Como a atividade de disposição final de resíduos é extremamente dinâmica, a imagem selecionada pode destoar da atual conformação do aterro.

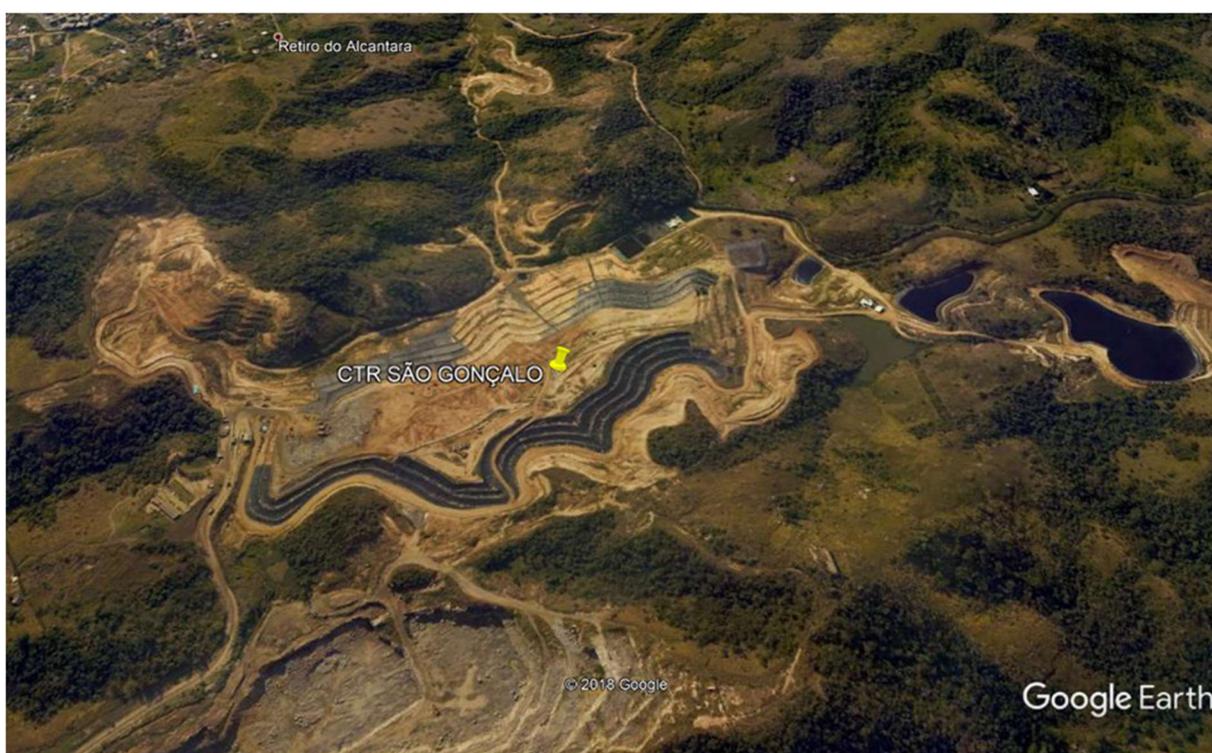


Figura 14: Imagem aérea do CTR São Gonçalo
Fonte: Software Google Earth (2019)

2.6.3. Informações gerais do CTR Nova Iguaçu:

O CTR Nova Iguaçu, teve a sua localização na Estrada de Adrianópolis S/N, município de Nova Iguaçu (Coordenadas 656046,24 E e 7491663,37 S), aprovada pela antiga Fundação Estadual de Engenharia Ambiental (FEEMA) do Rio de Janeiro, atual INEA. Não foi localizado no sistema INEA os dados relativos à LP da atividade. A área destinada aos quatro vales de aterros sanitários é de 415.823 m² e localiza-se na bacia hidrográfica da Baía de Guanabara e tem precipitação média anual de 1.408 mm.

A unidade iniciou sua operação em 13 de fevereiro de 2003, desta forma, a LO vem sendo renovada ao longo dos últimos anos. A última LO expedida para a unidade é foi a IN018048, datada de 03 de novembro de 2011, expirada 03 de novembro de 2014. No sistema do INEA não foi localizado o pleito de renovação da referida licença junto ao processo administrativo original.

Destaca-se que, eventualmente, o sistema do referido órgão pode estar desatualizado, não constando as informações mais atuais sobre o processo administrativo em questão.

Não foram constatadas averbações da LO em questão. A referida licença possui o seguinte teor:

[...] para operar a Central de Tratamento de Resíduos de Nova Iguaçu - CTR-NI, constituída por 3 aterros de resíduos urbanos e industriais não perigosos (classes IIA e IIB), um aterro e unidade processamento de resíduos da construção civil e demolição, tratamento térmico de resíduos de saúde, unidades de apoio administrativo e operacional, estação de tratamento de efluentes, lavagem, lubrificação e abastecimento de frota própria

A licença possui 71 (setenta e uma) restrições de validade que visam garantir a proteção ao meio ambiente e a boa operação da atividade através de diversos mecanismos de comando, controle e monitoramento. A atual empresa gestora do empreendimento é a Foxx Haztec Soluções Ambientais S/A, entretanto, o mesmo foi iniciado pela empresa S.A. Paulista.

Atualmente o aterro recebe resíduos gerados nos municípios de Nova Iguaçu, Duque de Caxias, Mesquita, Belford Roxo e Nilópolis, representando um recebimento médio estimado de 2.278/d de RSU, levando à um enquadramento no porte Excepcional I, conforme quadro 10, anteriormente apresentado.

De acordo com o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da atividade, o empreendimento possui uma vida útil de aproximadamente 21 anos, representando a

capacidade de recebimento de aproximadamente 20 milhões de toneladas de RSU. O quadro 18 apresenta as estimativas de geração das diferentes tipologias de resíduos e de lixiviado nos municípios atendidos pelo aterro.

Municípios atendidos	População municipal (IBGE - 2018) (hab)	Taxa de Geração Per Capita (PERS-RJ) (Kg/hab.dia)	Estimativa de geração (t/dia)	Resíduos (t/d)				Geração lixiviado (m ³ /dia) (0,2l/hab.dia à uma precipitação média anual de até 1.500mm)
				RSU	RSS Bruto (2% de RSU - IPEA 2012)	RCS*	RCC (0,5 t/hab.ano - IPEA 2012)	
1 Nova Iguaçu	818.875	0,99	810,7	810,7	16,2	121,6	1121,7	163,8
2 Duque de Caxias	914.383	0,99	905,2	905,2	18,1	135,8	1252,6	182,9
3 Mesquita	175.620	0,95	116,8	116,8	2,3	25,0	240,6	35,1
4 Belford Roxo	508.614	0,95	338,2	338,2	6,8	72,5	696,7	101,7
5 Nilópolis	162.269	0,95	107,9	107,9	2,2	23,1	222,3	32,5
Total:	2.579.761		2278,8	2278,8	45,6	378,0	3533,9	516,0

* No estado do Rio de Janeiro, apenas os municípios do Rio de Janeiro e de Niterói possuem legislação específica para coleta diferenciada de RCS. De acordo com o PERS (2014) em média, no município do rio de janeiro o RCS representa 17% dos resíduos coletados e no município de Niterói 20,5%. Para os demais municípios, adotou-se, de maneira conservadora o percentual de 15%.

** Apenas no caso do município do Rio de Janeiro não se adotou a taxa de geração per capita do PERS/RJ 2014. Adotou-se a geração descrita no PMGIRS/RJ 2014

Quadro 18: Estimativas de população, geração de diferentes tipologias de resíduos e de lixiviado nos municípios que destinam RSU para o Aterro de Nova Iguaçu

A figura 15 apresenta uma visão geral da localização do aterro. A imagem aérea foi extraída do software Google Earth no ano de 2019. Como a atividade de disposição final de resíduos é extremamente dinâmica, a imagem selecionada pode destoar da atual conformação do aterro.



Figura 21: Imagem aérea do CTR Nova Iguaçu
Fonte: Software Google Earth (2019)

2.6.4. Informações gerais do CTR Dois Arcos

A CTR São Pedro da Aldeia, teve a sua localização na Estrada do Pau Ferro S/N, município de São Pedro da Aldeia (Coordenadas 802291,19 E e 7472496,17), aprovada pela antiga FEEMA, atual INEA em 23 de novembro de 2005 através da LP número FE010042, expirada em 23 de novembro de 2007. A área destinada ao aterro sanitário possui aproximadamente 60.443,46 m² e localiza-se na bacia hidrográfica Lago de São João e tem precipitação média anual de 855 mm. A unidade iniciou sua operação em 24 de agosto de 2007, tendo como instrumento autorizativo a LO número FE013200, expirada 24 de agosto de 2012.

A referida licença foi renovada. A renovação da referida licença foi conduzida através do processo administrativo E-07/505181/2012, tendo como produto a LO número IN033461, expedida em 04 de março de 2016, com vencimento previsto para 04 de março de 2020. A licença apresenta o seguinte escopo:

[...] para aterro sanitário para disposição de resíduos sólidos não perigosos com características de resíduos sólidos urbanos ou domiciliares (maciço A e unificação dos maciços 1, 2 e A) e unidade de autoclavagem, resíduos de serviço de saúde (RSS)

Foram exigidas 56 (cinquenta e seis) restrições de validade que visam garantir a proteção ao meio ambiente e a boa operação da atividade através de diversos mecanismos de comando, controle e monitoramento.

A empresa gestora do empreendimento é a Dois Arcos Gestão de Resíduos S/A. Atualmente o aterro recebe resíduos gerados nos municípios de São Pedro da Aldeia, Armação de Búzios, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Casimiro de Abreu, Araruama, Iguaba Grande e Silva Jardim, representando um recebimento médio estimado de 959,7 t/d de RSU, levando à um enquadramento no porte Grande, conforme quadro 10.

De acordo com o parecer de LP da atividade, o empreendimento possui uma vida útil de aproximadamente 15 anos, representando a capacidade de recebimento de aproximadamente 650 mil toneladas de RSU.

O quadro 19 apresenta as estimativas de geração das diferentes tipologias de resíduos e de lixiviado nos municípios atendidos pelo aterro.

Municípios atendidos	População municipal (IBGE - 2018) (hab)	Taxa de Geração Per Capita (PERS-RJ) (Kg/hab.dia)	Estimativa de geração (t/dia)	Resíduos (t/d)				Geração lixiviado (m ³ /dia) (0,2l/hab.dia à uma precipitação média anual de até 1.500mm)
				RSU	RSS Bruto (2% de RSU - IPEA 2012)	RCS*	RCC (0,5 t/hab.ano - IPEA 2012)	
1 São Pedro da A.	102.846	0,83	85,4	85,4	1,7	12,8	140,9	20,6
2 Armação de Búzios	33.240	0,65	21,6	21,6	0,4	3,2	45,5	6,6
3 Arraial do Cabo	30.096	0,65	19,6	19,6	0,4	2,9	41,2	6,0
4 Cabo Frio	222.528	0,83	184,7	184,7	3,7	27,7	304,8	44,5
5 Casimiro de Abreu	43.295	0,65	28,1	28,1	0,6	4,2	59,3	8,7
6 Araruama	130.439	0,83	108,3	108,3	2,2	16,2	178,7	26,1
7 Iguaba Grande	27.762	0,65	18,0	18,0	0,4	2,7	38,0	5,6
8 Silva Jardim	21.773	0,65	14,2	14,2	0,3	2,1	29,8	4,4
Total:	611.979		479,8	479,8	9,6	72,0	838,3	122,4

* No estado do Rio de Janeiro, apenas os municípios do Rio de Janeiro e de Niterói possuem legislação específica para coleta diferenciada de RCS. De acordo com o PERS (2014) em média, no município do rio de janeiro o RCS representa 17% dos resíduos coletados e no município de Niterói 20,5%. Para os demais municípios, adotou-se, de maneira conservadora o percentual de 15%.

** Apenas no caso do município do Rio de Janeiro não se adotou a taxa de geração per capita do PERS/RJ 2014. Adotou-se a geração descrita no PMGIRS/RJ 2014

Quadro 19: Estimativas de população, geração de diferentes tipologias de resíduos e de lixiviado nos municípios que destinam RSU para o Aterro de Dois Arcos

A figura 16 apresenta uma visão geral da localização do aterro. A imagem aérea foi extraída do software Google Earth no ano de 2019. Como a atividade de disposição final de resíduos é extremamente dinâmica, a imagem selecionada pode destoar da atual conformação do aterro.



Figura 16: Imagem aérea do CTR Dois Arcos
Fonte: Software Google Earth (2019)

3. RESULTADOS PRELIMINARES: CONSTRUÇÃO DA METODOLOGIA ISOAS

A apresentação dos resultados da tese foi organizada em diversos itens em função das distintas perspectivas necessárias para o cumprimento dos objetivos pretendidos. Desta forma, primeiramente, serão apresentados resultados gerais acerca da construção da ferramenta ISOAS. Neste item serão apresentados os grupos, subgrupos e subáreas de indicadores propostos. Julgou-se oportuno, em ato contínuo, abordar impressões gerais sobre o manuseio da ferramenta ISOAS, assim é possível subsidiar alguns dos argumentos apresentados na discussão da tese.

Também será apresentado um rol de informações gerais sobre os aterros coparticipantes, para posterior exibição dos resultados quanto às situações técnicas-ambientais, econômicas e socioambientais dos mesmos. Por fim, serão apresentados os resultados gerais do ISOAS e os *dashboards* operacionais produzidos para os aterros.

3.1. Resultados gerais quanto a construção da ferramenta ISOAS:

3.1.1. Quanto aos grupos, subgrupos e subáreas de indicadores:

Ao final do processo de amadurecimento de informações e desenvolvimento da metodologia ISOAS, foram propostos os seguintes indicadores:

- Grupo: Indicadores técnico-ambientais:
 - Subgrupo: Características Locacionais;
 - Subárea 1: Análise das características fisiográficas e ambientais
 - Subárea 2: Análise da interface socioambiental
 - Subárea 3: Análise do sistema viário público de acesso
 - Subgrupo: Infraestrutura implantada;
 - Subárea 1: Avaliação da infraestrutura implantada
 - Subárea 2: Avaliação do sistema de controle ambiental
 - Subgrupo: Condições operacionais
 - Subárea 1: Avaliação das características operacionais
 - Subárea 2: Avaliação da eficiência dos sistemas de controle
 - Subárea 3: Análise dos documentos e diretrizes operacionais

- Grupo: Indicadores econômicos:
 - Subgrupo 1: Avaliação da disponibilidade de EMOs
 - Subgrupo 2: Análise da influência da inadimplência

- Grupo: Indicadores sociais
 - Subgrupo 1: Avaliação da percepção social dos impactos ambientais negativos da atividade (Entrevistas realizadas na área de influência direta do empreendimento)
 - Subgrupo 2: Avaliação de impactos ambientais negativos da atividade (Análise realizada pelo usuário da metodologia ISOAS)

3.1.1.1. Grupo de indicadores técnico-ambientais

Os quadros, 21, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 e 28 detalham as propostas de indicadores para a análise das características fisiográficas e ambientais; da interface ambiental do aterro; do sistema viário público de acesso; da Infraestrutura implantada; do sistema de controle ambiental; das características operacionais; da eficiência dos sistemas de controle e dos documentos básicos e diretrizes operacionais.

INDICADOR		AVALIAÇÃO	
Características fisiográficas e ambientais	1	Profundidade do lençol freático (Deve ser considerada a distância entre o limite inferior do sistema de impermeabilização de base e o ponto mais próximo ao lençol freático, considerando toda a área impermeabilizada) (Ideal: > 3,0m / Aceitável: entre 1,5m e 3,0m / Não Recomendado: <1,5m)	Ideal
		Aceitável	
		Não recomendado	
	2	Proximidade de Unidades de Conservação (Ideal: >500m / Aceitável: entre 500 e 1 m / Não Recomendado: <1m)	Ideal
			Aceitável
			Não recomendável
	3	Permeabilidade do solo de fundação (Coeficiente de permeabilidade < 1x10 ⁻⁹ cm/s)	Adequado
			Inadequado
	4	Declividade do Terreno (%) (Ideal < 15% / Aceitável >15% e < 30% / Não Recomendado >30%)	Ideal
			Aceitável
			Não recomendado
	5	Disponibilidade de material de recobrimento diário e intermediário (Indicador avaliado a partir de cubagem realizada em jazidas existentes na área do empreendimento) (Suficiente: Atende a demanda na vida útil projetada / Insuficiente: Não atende a demanda na vida útil projetada / Inexistente: Não há jazida nos limites do terreno)	Suficiente
			Insuficiente
			Inexistente
	6	Isolamento visual da vizinhança	Bom
			Ruim
	7	Distância de cursos d'água (Ideal: >200m / Aceitável: entre 200 e 50 metros / Não recomendado: <50m)	Ideal
			Aceitável
Não recomendado			
8	Vida útil (Calculo teórico) (Ideal: >15 anos / Aceitável: Entre 15 e 10 anos / Não recomendado: <10 anos)	Ideal	
		Aceitável	
		Não recomendável	
9	Área sujeita a inundação	Sim	
		Não	

Quadro 20: Proposta de indicadores para análise das características fisiográficas e ambientais

		INDICADOR	AVALIAÇÃO
Interface socioambiental	10	Proximidade de núcleos habitacionais	Longe > 500m
			Próximo < 500m
	11	Densidade populacional (Alta, Média, Baixa)	Alta
			Média
			Baixa
	12	Utilização da área pela população (Eventual / Rotineiro / Intenso)	Eventual
			Rotineira
			Intenso
	13	Zoneamento urbano (Adequado / Inadequado)	Adequado
			Inadequado
	14	Valor da terra (Alto, Médio ou Baixo)	Alto
			Médio
			Baixo
	15	Aceitação da atividade pela população e ONGs locais (Receptiva / Dúbia / Repúdio)	Receptiva
			Dúbia
			Repúdio
	16	Distância do centro de massa municipal (Ideal: < 5 km / Recomendado: entre 5 e 20 km / Não Recomendado: > 20km) (No caso de atendimento a mais de um município, o presente indicador deve ser aplicado para cada uma das sedes)	Ideal
			Recomendado
Não recomendado			

Quadro 21: Proposta de indicadores que reflitam à interface socioambiental

		INDICADOR	AVALIAÇÃO
Sistema viário público de acesso	17	Número de faixas de rolamento para tráfego de caminhões e carretas (A avaliação necessária para subsidiar a definição do peso do presente indicador deve considerar, no mínimo, o último trecho de 1Km de acesso a área)	Bom
			Regular
			Ruim
	18	Fluxo (Adequado: Mão única / Regular: Trechos mistos / Periclitante: Mão dupla) (A avaliação necessária para subsidiar a definição do peso do presente indicador deve considerar, no mínimo, o último trecho de 1Km de acesso a área)	Adequado
			Regular
			Periclitante
	19	Tráfego de caminhões e carretas por núcleos populacionais (A avaliação necessária para subsidiar a definição do peso do presente indicador deve considerar, no mínimo, o último trecho de 1Km de acesso a área)	Sim
			Não
	20	Condições de manutenção da via de acesso (A avaliação necessária para subsidiar a definição do peso do presente indicador deve considerar, no mínimo, o último trecho de 1Km de acesso a área)	Adequada
			Regular
			Inadequada
	21	Condições de iluminação da via de acesso (A avaliação necessária para subsidiar a definição do peso do presente indicador deve considerar, no mínimo, o último trecho de 1Km de acesso a área)	Adequada
Regular			
Inadequada			
22	Condições de sinalização da via de acesso (A avaliação necessária para subsidiar a definição do peso do presente indicador deve considerar, no mínimo, o último trecho de 1Km de acesso a área)	Adequada	
		Regular	
			Inadequada

Quadro 22: Proposta de indicadores que reflitam o sistema público viário de acesso

		INDICADOR	AVALIAÇÃO
Avaliação da infraestrutura implantada	23	Cercamento em todo perímetro do terreno	Sim
			Não
	24	Balança rodoviária	Sim
			Não
	25	Portão com controle de acesso (Portaria/Guarita)	Sim
			Não
	26	Sinalização das vias internas do empreendimento	Sim
			Não
	27	Sinalização de risco nas dependências do empreendimento	Sim
			Não
	28	Cinturão verde em desenvolvimento útil	Sim
			Não
	29	Faixa de proteção sanitária <i>non-aedificant</i> (Largura > 10 m)	Sim
			Não
	30	Disponibilidade de gerador reserva para acionamento de equipamento elétricos e eletrônicos em situações emergenciais (Deve ser previsto gerador com capacidade de suporte à sistemas de recalque e tratamento)	Sim
Parcialmente			
Não			
31	Disponibilidade de pontos móveis de iluminação para acionamento noturno e situações emergenciais	Sim	
		Parcialmente	
		Não	

Quadro 23: Proposta de indicadores para avaliação da infraestrutura implantada

INDICADOR		AVALIAÇÃO	
Avaliação do sistema de controle implantado	32	Sistema de drenagem subsuperficial	Existente / N. aplicável
		Insuficiente	
		Inexistente	
	33	Sistema simples de impermeabilização de base constituído por barreira física, com coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-7} m/s	Existente / Adequado
			Insuficiente
			Inexistente
	34	Sistema composto de impermeabilização de base constituído por duas ou mais barreiras físicas (uma geomembrana) justapostas em toda a extensão do sistema, com coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-7} m/s	Existente / Adequado
			Insuficiente
			Inexistente
	35	Sistema duplo composto de impermeabilização de base constituído por duas geomembranas e, pelo menos, mais uma barreira física, justapostas em toda a extensão do sistema, com coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-7} m/s	Existente / Adequado
			Insuficiente
			Inexistente
	36	Sistema de detecção de vazamento instalado sob o sistema artificial de impermeabilização da base (Deve ser previsto em toda a extensão do sistema de impermeabilização de base)	Existente / Adequado
			Insuficiente
			Inexistente
	37	Sistema de drenagem de efluentes líquidos lixiviados (A avaliação deste indicador demanda a análise prévia do projeto de implantação do sistema de drenagem e de seus critérios de dimensionamento)	Adequado
			Insuficiente
			Inadequado/Inexistente
	38	Sistema de drenagem pluvial provisória (A avaliação deste indicador demanda a análise prévia do projeto de implantação do sistema de drenagem e de seus critérios de dimensionamento)	Adequado
			Insuficiente
Inadequado/Inexistente			
39	Sistema de drenagem pluvial definitiva (A avaliação deste indicador demanda a análise prévia do projeto de implantação do sistema de drenagem e de seus critérios de dimensionamento)	Adequado	
		Insuficiente	
		Inadequado/Inexistente	
40	Sistema de drenagem de biogás (A avaliação deste indicador demanda a análise prévia do projeto de implantação do sistema de drenagem e de seus critérios de dimensionamento)	Adequado	
		Insuficiente	
		Inadequado/Inexistente	
41	Técnica de tratamento de lixiviado (A avaliação deste indicador demanda a análise prévia do projeto de implantação do sistema de drenagem e de seus critérios de dimensionamento)	Sist. Primário + Envio p/ETE	
		Sist. Secundário + Envio p/ETE	
		Sist. Terciário + Envio p/ETE	
		Sist. Primário + Lançamento	
		Sist. Secundário + Lançamento	
		Sist. Terciário + Lançamento	
		Recirc. + Envio p/ETE	
		Recirc. + Primário + Envio p/ETE	
		Recirc. + Secun. + Envio p/ETE	
		Envio para ETE	
		Inexistente / Recirculação	
42	Técnica de tratamento de biogás (A avaliação deste indicador demanda a análise prévia do projeto de implantação do sistema de drenagem e de seus critérios de dimensionamento)	Não foi constatada queima	
		Queima pontual direta no dreno	
		Queima concentrada	
		Queima e recuperação energética	
		Comerci. (gás / vapor / energia)	

Quadro 24: Proposta de indicadores para avaliação do sistema de controle implantado

INDICADOR		AVALIAÇÃO	
Características operacionais	43	Procedimento de lógica operacional definida e em andamento	Sim / Integralmente
		Sim / Parcialmente	
	44	Aspecto geral	Não
			Bom
	45	Compactação dos taludes e bermas	Ruim
			Adequado
	46	Ocorrência de queima espontânea	Inadequado
			Sim
	47	Rotina de recobrimento diário dos resíduos (Deve ser realizada após o término de cada jornada de trabalho, através da utilização de uma camada de solo com 20 cm de espessura, que deve ser raspada na próxima jornada de trabalho ou através do uso de geomembrana, devendo a mesma ser retirada na próxima jornada de trabalho)	Não
			Suficiente
Insuficiente			
		Inexistente	

Continua na próxima página

Continuação do quadro 25

Características operacionais	48	Recobrimento intermediário de platôs, bermas e taludes (Este tipo de recobrimento pode ser necessário em locais em que a disposição de resíduos será interrompida por períodos prolongados, aproximadamente 1 mês. Este recobrimento deve ser executado exclusivamente em solo, com camada de espessura mínima de 20 cm e compactação).	Suficiente
			Insuficiente
			Inexistente
	49	Presença de vetores aéreos (Urubus, garças ou outras aves)	Sim
			Não
	50	Presença de moscas (Em grandes quantidades)	Sim
			Não
	51	Presença de catadores de materiais recicláveis na frente de operações	Sim
			Não
	52	Presença de animais (Cachorros, porcos, bois e cavalos)	Sim
Não			
53	Ponto de lançamento do lixiviado tratado	Adeq./Inex./Reuso	
		Inadequado	
54	Traçado dos acessos internos à frente de trabalho	Bom	
		Ruim	
55	Manutenção da trafegabilidade dos acessos internos de maneira a permitir sua utilização sob quaisquer condições climáticas	Adequada	
		Regular	
		Inadequada	

Quadro 25: Proposta de indicadores para avaliação das características operacionais

		INDICADOR	AVALIAÇÃO
Avaliação da Eficiência dos Sistemas de Controle	56	Eficiência do sistema de drenagem e queima de gases	Adequado
			Inadequado
	57	Recebimento de resíduos não autorizados pelo licenciamento ambiental	Sim
			Não
	58	Monitoramento de vetores ativo e em atendimento às exigências do órgão ambiental licenciador	Sim
			Parcialmente
			Não
	59	Monitoramento de biogás ativo e em atendimento às exigências do órgão ambiental licenciador	Sim
			Parcialmente
			Não
60	Monitoramento geotécnico ativo e em atendimento às exigências do órgão ambiental licenciador	Sim	
		Parcialmente	
		Não	
61	Monitoramento de lixiviado bruto ativo e em atendimento às exigências do órgão ambiental licenciador	Sim	
		Parcialmente	
		Não	
62	Monitoramento de águas subterrâneas ativo e em atendimento às exigências do órgão ambiental licenciador	Sim	
		Parcialmente	
		Não	
63	Monitoramento de águas superficiais ativo e em atendimento às exigências do órgão ambiental licenciador	Sim	
		Parcialmente	
		Não	
64	Funcionamento do sistema de drenagem pluvial definitivo	Adequado	
		Deficiente	
		Inadequado	
65	Funcionamento do sistema de drenagem pluvial provisório	Adequado	
		Def./ Sem manutenção	
		Inadequado/inexistente	
66	Funcionamento do sistema de drenagem de lixiviado	Adequado	
		Deficiente	
		Inadequado	
67	Funcionamento do sistema de tratamento de lixiviado (Deve ser verificado o atendimento aos padrões da Resolução CONAMA Nº 430/12)	Adequado	
		Deficiente	
		Inadequado/Inexistente	
68	Disponibilidade de sistema de comunicação interna e externa entre funcionários do aterro	Sim	
		Insuficiente	
		Não	
69	Disponibilidade de equipamentos de atendimento à emergência (EPI, Extintores e etc.)	Sim	
		Insuficiente	
		Não	

Quadro 26: Proposta de indicadores para avaliação da eficiência dos sistemas de controle

INDICADOR		AVALIAÇÃO	
Documentos básicos e diretrizes operacionais	70	Existência de Plano de Atendimento à Emergências disponível em aterro	Sim
			Não
	71	Existência de Plano de Amostragem e Análise de resíduos, para monitoramento da qualidade dos resíduos que chegam ao aterro	Sim
			Não
	72	Existência de Licença de Operação para todas as unidades do aterro	Sim
			Não
	73	Existência de Outorga de Lançamento para o Efluente Tratado na ETC	Sim
			Não
	74	Existência de Plano Avanço definido em projeto e disponível no aterro	Sim
			Não
	75	Existência de Plano de Encerramento em projeto e disponível no aterro	Sim
			Não
	76	Existência de Plano de Inspeção e Manutenção do maquinário disponível no aterro	Sim
			Não
77	Existência de registros de treinamentos realizados, a menos de 6 meses, com funcionários do aterro, contemplando informações acerca dos critérios de implantação e operação e procedimentos a serem adotados em casos de emergência.	Sim	
		Parcialmente	
		Não	
78	Existência de banco de dados contendo os registros operacionais do aterro, especificando dia e hora do recebimento, placa, tipo, volume e peso bruto do caminhão, tara e peso líquido (estimado) e a tipologia do resíduo disposto classificado conforme a Lei 12.305/10;	Sim	
		Parcialmente	
		Não	

Quadro 27: Proposta de indicadores para avaliação dos documentos básicos e diretrizes operacionais

3.1.1.2. Grupo de indicadores econômicos:

3.1.1.2.1. Critérios econômicos preliminares:

De acordo com a ABETRE (2007) os custos relativos à disposição final ambientalmente adequada em aterros sanitários envolvem cinco etapas distintas da atividade, sendo elas a pré-implantação, a implantação, a operação, o encerramento e o pós encerramento. O referido estudo definiu três portes distintos para aterros sanitários, grande (2.000 t/dia), médio (800 t/dia) e pequeno (100 t/dia) e calculou os percentuais médios dos custos de cada uma destas etapas conforme organizado no quadro 28. Frisa-se que a revisão bibliográfica realizada não localizou uma base numérica para complementação/confronto dos dados propostos pela ABETRE.

Custos	Porte		
	Grande (2000 t/dia)	Médio (800 t/dia)	Pequeno (100 t/dia)
Pré-Implantação	0,77%	0,97%	1,16%
Implantação	3,46%	3,88%	5,09%
Operação	87,77%	87,30%	86,70%
Encerramento	1,23%	1,37%	0,93%
Pós-Encerramento	6,77%	6,48%	6,13%

Quadro 28: Custos típicos das etapas de vida de aterros sanitários em função do porte
Fonte: Adaptado ABETRE 2007

Observa-se que os custos de operação representam, em média, 87,26% dos investimentos necessários à viabilização do negócio, sendo, portanto, a etapa mais sensível do empreendimento e a que merece maior atenção de gestores públicos e privados envolvidos no projeto. Ainda segundo a ABETRE (2007) os custos de operação podem ser subdivididos em 10 etapas distintas, sendo elas:

1. Disponibilização de equipamentos para movimentação de terra para construção de células de disposição;
2. Disponibilização de equipamentos para a disposição de resíduos;
3. Construção de sistema de coleta e drenagem de lixiviado e gases;
4. Operação de sistema de tratamento de lixiviado;
5. Construção de sistema de drenagem pluvial;
6. Manutenção e ampliação de áreas verdes;
7. Monitoramento geoambiental;
8. Disponibilização de equipe operacional;
9. Disponibilização de equipe de administração;
10. Pagamento de impostos e taxas.

O estudo em questão propôs valores para cada uma das etapas descritas, em função do porte do aterro sanitário avaliado. Foi elaborada a atualização dos valores com base no Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M). Considerou-se o período de janeiro de 2007 a março de 2019, sem juros compostos. O IGP-M apurado no período, em valores percentuais foi de 105,2296% e em fator de multiplicação de 2,052296. Desta forma, cada uma das etapas identificadas teve seu valor atualizado conforme quadro 29.

Etapas	Custos Médios Mensais					
	Grande Porte (2.000 t/dia)		Médio Porte (800 t/dia)		Pequeno Porte (100 t/dia)	
	2019	%	2019	%	2019	%
1 - Células de disposição	R\$250.022.259	26,4%	R\$111.716.296	26,4%	R\$18.177.368	19,5%
2 - Disposição de resíduos	R\$351.101.076	37,1%	R\$152.852.718	36,1%	R\$38.139.951	40,9%
3 - Sist. de drenagem de lixiviado e gases	R\$5.373.878	0,6%	R\$2.265.283	0,5%	R\$321.985	0,3%
4 - Tratamento de lixiviado	R\$147.765.312	15,6%	R\$56.643.370	13,4%	R\$7.388.266	7,9%
5 - Sistema de drenagem de águas pluviais	R\$7.628.708	0,8%	R\$4.455.422	1,1%	R\$1.320.932	1,4%
6 - Áreas verdes	R\$12.112.883	1,3%	R\$6.547.079	1,5%	R\$1.234.364	1,3%
7 - Monitoramento	R\$12.313.776	1,3%	R\$8.865.919	2,1%	R\$3.940.408	4,2%
8 - Equipe de operação	R\$31.917.307	3,4%	R\$18.421.409	4,3%	R\$8.865.919	9,5%
9 - Administração	R\$128.063.270	13,5%	R\$61.568.880	14,5%	R\$13.791.429	14,8%
10 - Impostos e taxas	R\$823.927	0,1%	R\$432.630	0,1%	R\$133.506	0,1%
Operação	R\$947.122.397	100,0%	R\$423.769.005	100,0%	R\$93.314.127	100,0%

Quadro 29: Custos típicos das sub etapas operacionais de aterros sanitários em função do porte

Fonte: Adaptado FGV/ABETRE 2007

3.1.1.2.2. Definição de critérios para avaliação econômica de aterros sanitários:

De acordo com o estudo da ABETRE (2007), os custos associados às etapas: (1) Célula de disposição; (2) Disposição de resíduos; (3) Sistema de Drenagem de lixiviado e gases; (5) Sistema de drenagem de águas pluviais e; (8) Equipe de Operação; possuem significativa vinculação com a disponibilização de equipamentos

pesados. Entretanto, também há percentuais relativos à disponibilização de mão de obra operacional e insumos básicos operacionais (geomembranas, geotêxtil, pedras de mão, brita de diversas granulometrias, cimento, tubos de concreto, arame e etc.).

Em média, a partir do referido estudo, pode-se estimar que, aproximadamente 37% dos custos da etapa (1) são referentes à necessidade de disponibilização de equipamentos operacionais pesados, da mesma forma, 100% da etapa (2), 50% da etapa (3), 50% da etapa (5) e 50% da etapa (8).

Desta forma, considerando tais percentuais, pode-se calcular o percentual de significância dos equipamentos pesados no custo total de operação do aterro, que totaliza 50,56%. Os resultados estão apresentados no quadro 30.

Etapa	Custos Médios Mensais			Média
	Grande Porte (2.000 t/dia)	Médio Porte (800 t/dia)	Pequeno Porte (100 t/dia)	
	2019	2019	2019	
Operacional	R\$947.122.397	R\$423.769.005	R\$93.314.127	50,56%
Operacional Parcial (Etapas 1, 2, 3, 5 e 8)	R\$466.069.258,49	R\$206.758.804,11	R\$50.119.994,75	
Análise percentual	49,21%	48,79%	53,71%	

Quadro 30: Análise do percentual de significância dos equipamentos pesados na operação
Fonte: Adaptado FGV/ABETRE 2007

Desta forma, com base na estimativa realizada, através da identificação dos equipamentos pesados mínimos obrigatórios em uso no aterro sanitário em função de seu porte, pode-se estimar os custos operacionais totais do mesmo. Por este motivo, o bom controle da frota de equipamentos pode trazer vantagens econômicas relevantes para as gestoras de aterros. Logo, faz-se necessário, para consolidação da presente metodologia, detalhar os custos associados aos equipamentos pesados para a proposição do primeiro grupo de indicadores econômicos do ISOAS.

A maneira habitual de se computar o custo de equipamentos é por fração horária de sua utilização. Desta forma, é possível controlar o investimento necessário por hora de utilização do maquinário, simplificando o processo de dimensionamento de equipamentos pesados em aterros sanitários. Em tese, em função da capacidade de processamento (atividade) de cada equipamento, pode-se dimensionar a quantidade de horas dedicadas para a realização de uma tarefa, bem como a quantidade de equipamentos necessários e o custo para a sua execução. Evidentemente, para se obter o referido valor é necessário realizar uma decomposição dos custos de propriedade, operação e manutenção de cada um dos equipamentos pesados, normalmente utilizados, em aterros sanitários.

Segundo Ricardo (2007), as máquinas de terraplanagem executam em seu trabalho quatro operações básicas, que podem ocorrer em sequência lógica, e, eventualmente, com simultaneidade parcial, sendo elas:

- Escavação ou corte,
- Carga ou caçamba;
- Transporte;
- Descarga ou espalhamento;

Nos aterros sanitários faz-se necessário o uso de equipamentos que realizam todas estas operações básicas, alguns, até de maneira simultânea, como por exemplo o trator de esteiras que executa as três primeiras em uma única ação, para em seguida descarregar e espalhar os rejeitos dos RSU. Entretanto, é importante frisar que, apenas o trator esteira não supre todas as necessidades operacionais de um aterro, sendo fundamental, para uma boa operação, a utilização de equipamentos pesados específicos para os aterros de porte médio, grande e excepcional.

A problemática associada à escolha de um equipamento para a realização de uma determinada tarefa reside na necessidade de análise de diversos fatores que influenciarão no desempenho do mesmo. Segundo Ricardo (2007) vários parâmetros precisam ser conhecidos ou determinados para permitir a escolha da frota de máquinas mais indicada, o que resulta certa complexidade na solução de problemas a serem enfrentados. Ainda segundo Ricardo (2007), três grupos de fatores irão influenciar no processo de escolha dos equipamentos para terraplanagem e aterramento de resíduos: Fatores naturais: São aqueles que dependem das condições vigentes no local de trabalho, como topografia, natureza dos solos, regime de chuvas e profundidade do lençol freático; Fatores de projeto: São representados pelo volume de solo ou resíduos a ser movido, as distâncias de transporte, as rampas e as dimensões da plataforma de atuação; Fatores econômicos: Podem ser resumidos no custo unitário do trabalho (custo do metro cúbico movimentado), que, em última análise, é o fator predominante e, frequentemente, decisivo na escolha a ser feita.

Ressalta-se apenas que o custo unitário de operação de um determinado equipamento, dependerá, fundamentalmente, do tipo de investimento inicial para disponibilização do mesmo, representado na presente pesquisa pelo valor de aquisição do equipamento e de sua produtividade.

De acordo com Tchobanoglous (2002) o tipo, tamanho e quantidade de equipamentos necessários nos aterros sanitários irão depender do porte do aterro e da metodologia utilizada em sua operação. Segundo o autor, os equipamentos regularmente utilizados na operação de aterros sanitários incluem: Escavadeiras; Carregadeiras; Caminhões tanque; Tratores esteira; Compactadores e; Moto-niveladoras.

Desses equipamentos, o trator esteira, devidamente equipado, é o mais versátil, satisfazendo, praticamente, todas as necessidades operacionais dos aterros sanitários, incluindo, o espalhamento, a compactação, o recobrimento, a abertura de trincheiras e o transporte de materiais (BRUNNER E KELLER, 1972, apud TCHOBANOGLIOUS, 2002).

O tamanho e a quantidade de equipamentos necessários para a boa operação de um aterro sanitário irão depender, essencialmente do porte do mesmo. Entretanto, condições extremas, como áreas com altos índices pluviométricos, sujeitas à frio ou calor extremos, sujeita a neve ou com solos não favoráveis, também influenciarão na demanda por equipamentos. A partir da proposta de Tchobanoglous (2002) para a correlação de EMOs em função do porte dos aterros, conforme quadro 11, foi possível adaptar o modelo aos portes definidos no quadro 10. Assim, possibilitou-se a identificação dos EMOs para cada estratificação de porte proposta. Frisa-se que a necessidade de adaptação do modelo fundamentou-se no limitado espectro de tonelage diária definida pelo autor, incapacitando abranger o recebimento diário dos aterros sanitários coparticipantes desta pesquisa.

Face ao exposto, utilizou-se a metodologia supracitada apenas como uma linha mestra para a definição dos EMOs. Ressalta-se que, caso a metodologia fosse seguida no rigor de seus termos, teríamos como resultado, em especial para os aterros de Porte Excepcional, um quantitativo de EMOs muito além da realidade praticada nos aterros sanitários coparticipantes, reduzindo-se drasticamente a precisão do modelo matemático proposto e, conseqüentemente, da curva de custos construída para integrar o ISOAS.

O quadro 31, apresenta a síntese da adaptação realizada e os EMOs estabelecidos em função do porte operacional dos aterros sanitários.

Porte do Aterro Sanitário	Comunidade atendida (habitantes)	Taxa de geração Per-Capita (PERS 2013)	Taxa de deposição máxima anual (t/ano)	Taxa de deposição média mensal (t/mês)	Taxa de deposição média diária (t/dia)	Quant.	Equipamentos Mínimos Obrigatórios (EMO)
Comunitário	≤ 1.500	0,50	≤ 274	23	1	—	—
Pequeno	≤ 30.000	0,65	≤ 7.118	593	20	1	Trator Esteira D6K 13,4t 125HP
						1	Escavadeira 90HP
Médio	≤ 570.000	0,95	≤ 198.064	16.505	550	2	Escavadeira 90HP
						1	Caminhão tanque (18.000l)
						2	Trator Esteira D6K 13,4t 125HP
						0	Compactador de solo 130HP
Grande	≤ 1.000.000	0,99	≤ 359.890	29.991	1.000	2	Escavadeira 90HP
						1	Caminhão tanque (18.000l)
						2	Trator Esteira D6K 13,4t 125HP
						1	Compactador de solo 130HP
						0	Moto nivelador 125HP
Excepcional I (2000 t/dia)	≥ 2.000.000	1,00	≥ 720.000	60.000	2.000	2	Escavadeira 90HP
						2	Caminhão tanque (18.000l)
						3	Trator Esteira D6K 13,4t 125HP
						1	Compactador de solo 130HP
						0	Moto nivelador 125HP
						3	Escavadeira 90HP
Excepcional II (3000 t/dia)	≥ 2.727.273	1,10	≥ 1.080.000	90.000	3.000	2	Caminhão tanque (18.000l)
						4	Trator Esteira D6K 13,4t 125HP
						1	Compactador de solo 130HP
						0	Moto nivelador 125HP
						3	Escavadeira 90HP
Excepcional III (4000 t/dia)	≥ 3.636.364	1,10	≥ 1.440.000	120.000	4.000	3	Caminhão tanque (18.000l)
						5	Trator Esteira D6K 13,4t 125HP
						2	Compactador de solo 130HP
						0	Moto nivelador 125HP
						3	Escavadeira 90HP
Excepcional IV (5000 t/dia)	≥ 4.545.455	1,10	≥ 1.800.000	150.000	5.000	3	Caminhão tanque (18.000l)
						5	Trator Esteira D6K 13,4t 125HP
						2	Compactador de solo 130HP
						1	Moto nivelador 125HP
						4	Escavadeira 90HP
Excepcional V (6000 t/dia)	≥ 5.000.000	1,20	≥ 2.160.000	180.000	6.000	4	Caminhão tanque (18.000l)
						6	Trator Esteira D6K 13,4t 125HP
						2	Compactador de solo 130HP
						1	Moto nivelador 125HP
						4	Escavadeira 90HP
Excepcional VI (7000 t/dia)	≥ 5.833.333	1,20	≥ 2.520.000	210.000	7.000	4	Escavadeira 90HP
						4	Caminhão tanque (18.000l)
						6	Trator Esteira D6K 13,4t 125HP
						2	Compactador de solo 130HP
						1	Moto nivelador 125HP
Excepcional VII (8000 t/dia)	≥ 6.666.667	1,20	≥ 2.880.000	240.000	8.000	4	Escavadeira 90HP
						5	Caminhão tanque (18.000l)
						7	Trator Esteira D6K 13,4t 125HP
						3	Compactador de solo 130HP
						1	Moto nivelador 125HP
Excepcional VIII (9000 t/dia)	≥ 6.923.077	1,30	≥ 3.240.000	270.000	9.000	5	Escavadeira 90HP
						5	Caminhão tanque (18.000l)
						7	Trator Esteira D6K 13,4t 125HP
						3	Compactador de solo 130HP
						1	Moto nivelador 125HP
Excepcional IX (10000 t/dia)	≥ 7.692.308	1,30	≥ 3.600.000	300.000	10.000	5	Escavadeira 90HP
						6	Caminhão tanque (18.000l)
						8	Trator Esteira D6K 13,4t 125HP
						3	Compactador de solo 130HP
						1	Moto nivelador 125HP

Quadro 31: Equipamentos Mínimos Obrigatórios (EMO) em função do porte do aterro sanitário

a) Estimativa de custos horários dos EMOs:

A estimativa do custo horário de equipamentos envolve múltiplas variáveis associadas à diversidade de equipamentos e suas características operacionais. Outro ponto que influencia na composição dos custos horários é a condição de uso do

equipamento, que pode variar de maneira significativa com o tipo de material em movimentação e a topografia do terreno.

Por estes motivos, a determinação previa de custos operacionais se dá sob a forma de estimativa, baseada em hipóteses razoáveis, que poderão se aproximar ou fugir dos custos reais, dependendo da correção dos parâmetros adotados e da experiência pessoal do orçamentista.

Existem diversas metodologias para realizar estas estimativas, por isso, nem sempre, os valores são precisos e coincidem em diferentes análises. Logo, deve-se frisar que tais cálculos são estimativos e guardam uma margem de imprecisão, em função da complexidade das variáveis descritas. Mas, desde que as hipóteses admitidas não se afastem em demasia das verificadas na realidade, os custos podem tender à realidade praticada no mercado.

Segundo Ricardo (2007), os custos que geralmente incidem na utilização de equipamentos de terraplanagem são classificados em três grupos distintos, sendo eles: Custos de propriedade; Custos de operação; Custos de manutenção.

a.1) Custo de Propriedade:

- Aquisição:

Os custos de propriedade foram definidos após pesquisa de mercado realizado junto a empresa Sotreq S/A, em 10 de março de 2017, que, em proposta comercial presente no ANEXO X, informou os valores apresentados no quadro 32 para a compra para os Equipamentos Mínimos Obrigatórios (EMO) definidos anteriormente:

Equipamento	Fornecedor	Valor de aquisição (10 de março de 2017)
Escavadeira 90HP	Caterpillar	R\$ 345.000,00
Carregadeira de rodas 128HP	Caterpillar	R\$ 472.000,00
Caminhão tanque (18.000l)		R\$ 110.000,00
Trator Esteira D6K 13,4t 125HP	Caterpillar	R\$ 552.000,00
Compactador de solo 130HP	Caterpillar	R\$ 310.000,00
Moto nivelador 125HP	Caterpillar	R\$ 568.000,00

Quadro 32: Valores médios de aquisição de equipamento (Base 10 de março de 2017)

- Depreciação:

São despesas decorrentes do simples ato de possuir o equipamento, ainda que o mesmo não seja utilizado. Também são chamados de custos fixos, pois independem da atividade do equipamento e da vontade do proprietário. A perda de valor deriva da ação do tempo e do desgaste físico normal no uso do equipamento.

Segundo Ricardo (2007), a depreciação deve ser compreendida sob dois aspectos distintos: contábil-fiscal e econômico. No primeiro caso, entende-se a depreciação como sendo a diminuição do valor contábil dos bens do ativo, resultante do desgaste pelo uso, ação da natureza e obsolescência normal. Assim um equipamento adquirido por uma determinada quantia, ao fim de certo tempo (vida útil), sofrerá uma desvalorização inevitável que poderá até anular o seu valor, devendo o mesmo ser substituído por um novo.

Segundo Ricardo (2007), para as máquinas em geral, a lei permite o abatimento à razão de 20% ao ano, isto é, admitindo-se que a depreciação ocorra em cinco anos. Quanto aos equipamentos rodoviários que operam em condições de desgaste mais rápido, o FISCO⁴ permite, em certos casos, a depreciação acelerada em quatro anos, ou seja, a, 25% ao ano. Em termos práticos, isso significa que 20% ou 25% do valor de aquisição do equipamento pode ser lançado como despesa, diminuindo o lucro tributável naquele ano. Ao fim de cinco anos o valor contábil será zero e a máquina estará totalmente depreciada contabilmente.

Sob o aspecto econômico, a depreciação deve ser tratada de modo totalmente diverso. Na realidade não deve ser encarada como custo, porque se trata da formação de uma fonte de fundos para a substituição, ao tempo certo, do equipamento desgastado e de alto custo operacional e cujo valor de revenda seja muito baixo ou mesmo nulo. Em resumo, a depreciação não é uma despesa, mas uma remuneração para o novo investimento futuro. Verifica-se, desse modo, que o conceito econômico de depreciação se acha muito intimamente ligado ao de vida útil do equipamento.

Para efeito de obtenção do percentual de depreciação anual dos equipamentos mínimos obrigatórios propostos nesta metodologia, considerou-se o percentual de abatimento de 20% ao ano.

- Vida útil provável de equipamentos:

A vida útil de um equipamento é essencialmente o tempo necessário para o retorno do capital investido, através da separação periódica de determinada quantia, proveniente o trabalho do equipamento para que seja possível a sua substituição no momento oportuno.

⁴ O termo fisco refere-se ao Estado como gestor do Tesouro público no que diz respeito a questões financeiras, económicas, patrimoniais e, especialmente, tributárias

Entretanto há de se considerar a existência da vida útil técnica, que se distingue da vida útil econômica do equipamento. A primeira dependerá, dentre outros fatores, do projeto adequado, das condições de operação e especialmente da manutenção do equipamento. Pode-se prolongar a vida do equipamento sob o aspecto mecânico através de reparações normais e reformas. Levando-se em conta os fatores econômicos, a vida útil será muito reduzida, isto é, o intervalo de tempo em que há interesse econômico em manter-se em uso o equipamento tem duração de poucos anos.

As razões para que isso ocorra dependem do próprio desgaste físico da máquina proveniente do uso, fazendo com que as despesas de manutenção aumentem progressivamente através do tempo, tornando-o cada vez menos rentável. Por outro lado, as grandes modificações mecânicas, introduzidas frequentemente pelos fabricantes, podem gerar outro fato de perda de valor econômico, a obsolescência. De acordo com Ricardo (2007), na prática, no entanto, é bastante difícil estabelecer com segurança a época em que a vida útil econômica foi atingida, isto é, em que outro equipamento novo semelhante produzira custos inferiores aos do equipamento em uso. A Caterpillar em Ricardo (2007), estabelece a vida útil provável dos seus equipamentos sugerindo três zonas de aplicação, dependendo da existência de condições favoráveis, médias ou severas, conforme quadro 33.

Equipamento	Tipo	Condições favoráveis	Condições médias	Condições severas
Trator de esteira	D3 - D7	6 anos ou 12.000h	5 anos ou 10.000h	4 anos ou 8.000h
	D8 - D11	11 anos ou 22.000h	9 anos ou 18.000h	7,5 anos ou 15.000h
Motoniveladora	—	10 anos ou 20.000h	7,5 anos ou 15.000h	6 anos ou 12.000h
Caminhão fora de estrada	—	12,5 anos ou 25.000h	10 anos ou 20.000h	7,5 anos ou 15.000h
Moto scraper	613 / 615	6 anos ou 12.000h	5 anos ou 10.000h	4 anos ou 8.000h
	Outros	10 anos ou 20.000h	7,5 anos ou 15.000h	5 anos ou 10.000h
Carregadeira de pneus	910 / 966	6 anos ou 12.000h	5 anos ou 10.000h	4 anos ou 8.000h
	980/992	9 anos ou 18.000h	6 anos ou 12.000h	5 anos ou 10.000h
Carregadeira de esteira	—	6 anos ou 12.000h	5 anos ou 10.000h	4 anos ou 8.000h
Compactadores	—	7,5 anos ou 15.000h	6 anos ou 12.000h	4 anos ou 8.000h
Escavadeiras frontais	—	9 anos ou 18.000h	7,5 anos ou 15.000h	5 anos ou 10.000h

Quadro 33: Estimativa de vida útil de equipamento em função das condições de uso

As condições favoráveis seriam o trabalho em trajetos longos, com rampas de pouca inclinação, materiais não abrasivos, aceleração média do motor com uso parcial da potência disponível e bom solo de suporte. As condições severas, seriam trajetos curtos, manobras frequentes, rampas de intensa inclinação, presença de rochas ou outros materiais abrasivos, uso contínuo da potência em plena carga e solos de baixa

capacidade de suporte e alta resistência ao rolamento. As condições médias seriam as intermediárias entre os dois casos citados. (RICARDO, 2007).

Para efeito de obtenção da vida útil provável dos equipamentos mínimos obrigatórios propostos nesta metodologia, considerou-se que, nas rotinas de implantação e operação de aterros sanitários, os equipamentos enfrentam condições operacionais severas. Desta forma, definiu-se a depreciação como uma parcela do custo horário do equipamento através da seguinte equação:

$$\text{Depreciação Horária} = (\text{Valor inicial} - \text{Valor final}) / \text{Vida útil (Horas)}$$

Os valores de depreciação horária dos equipamentos mínimos obrigatórios foram organizados conforme quadro 34:

Equipamentos Mínimos Obrigatórios (EMO)	Valor de aquisição (R\$) (10/03/2017)	% de depreciação anual	Vida útil provável (Anos)	Custo de Propriedade: Depreciação Horária (R\$/h)
Escavadeira 90HP	R\$ 345.000,00	0,2	5	27,6
Carregadeira de rodas 128HP	R\$ 472.000,00	0,2	4	47,2
Caminhão tanque (18.000l)	R\$ 110.000,00	0,2	7,5	5,9
Trator Esteira D6K 13,4t 125HP	R\$ 552.000,00	0,2	4	55,2
Compactador de solo 130HP	R\$ 310.000,00	0,2	4	31,0
Moto nivelador 125HP	R\$ 568.000,00	0,2	6	37,9

Quadro 34: Depreciação horária dos EMOs.

a.2) Custo de Operação:

São custos que ocorrem somente quando o equipamento é utilizado e possuem relação de proporcionalidade com as horas de uso do mesmo. Por este motivo diferenciam-se dos custos fixos e são denominados custos variáveis. Os custos variáveis de equipamentos de terraplanagem sejam compostos pelo consumo de combustíveis, lubrificantes, graxa, filtros, pneus e material rodante, além da mão de obra operacional e encargos trabalhistas associados.

- Consumo de combustíveis:

O preço de combustível é um dos itens que mais oneram o custo de utilização dos equipamentos, sendo, portanto, uma das estimativas que demanda maior precisão. Segundo Ribeiro (2007), o consumo de combustível depende, essencialmente, da potência nominal do motor e das condições de uso, pois diversos regimes de aceleração refletem na potência consumida, e, por conseguinte, no consumo de combustível.

A Caterpillar, em Ricardo (2007), propõe os consumos específicos médios em função do tipo de equipamento conforme quadro 35:

Equipamento	Fator de carga x consumo de combustível		
	f = 40% (Baixo)	f = 55% (Médio)	f = 75% (Alto)
Compactadores	0,10	0,13	0,15
Trator de esteira	0,11	0,15	0,18
Carregadeira de esteira	0,11	0,16	0,20
Carregadeira de pneus	0,10	0,14	0,19
Moto scraper	0,10	0,14	0,17
Motoniveladora	0,10	0,14	0,19
Caminhão fora de estrada	0,05	0,08	0,11
Escavadeiras frontais	0,10	0,15	0,20

Quadro 35: Consumos específicos médios em função do tipo de equipamento.

Na presente metodologia, o cálculo dos custos relativos ao consumo de combustível foi organizado de acordo com os seguintes fatores e critérios:

- Fator de carga do equipamento (L/h.HP): Adotou-se o fator de carga de 75% (alto), para cada equipamento considerado em função das condições severas de operação em aterros sanitários.
- Consumo de combustível (L/h): Conforme fator de carga adotado, foi identificado o consumo médio de combustível por equipamento considerado.
- Custo do diesel (R\$/L): Foi identificado o custo de mercado do Diesel em 24 de fevereiro de 2017, sendo R\$ 2,99 por litro o valor médio do país na data.
- Custo horário do consumo de combustível (R\$/h): A partir da multiplicação do valor médio de mercado pelo consumo estimado de combustível de cada equipamento, foi estimado o custo horário de consumo, conforme quadro 36:

Equipamentos Mínimos Obrigatórios (EMO)	Custos			
	Operação			
	Combustível			
	Fator de carga do equipamento (f = 75% - Alto) (L/h.HP)	Consumo de Combustível (L/h)	Custo do Diesel (R\$/l) em 09/01/2019	Custo horário do consumo de combustível (R\$/h)
Escavadeira 90HP	0,20	18,00	3,70	66,6
Caminhão tanque (18.000l)	0,11	20,90	3,70	77,3
Trator Esteira D6K 13,4t 125HP	0,18	22,50	3,70	83,3
Compactador de solo 130HP	0,15	19,50	3,70	72,2
Moto nivelador 125HP	0,19	23,75	3,70	87,9

Quadro 36: Consumos médio de combustível em função do tipo de equipamento.

- Consumo de lubrificantes:

Os lubrificantes comumente utilizados em equipamentos de terraplanagem são o: 1) Óleo do motor; 2) Óleo de transmissão; 3) Óleo do comando final e; 4) Óleo do comando hidráulico. Segundo Ricardo (2007), alguns fabricantes indicam o consumo para os diversos tipos de máquina em suas linhas de produtos. Ricardo (2007), indica o consumo de lubrificantes em “l/h” para os diversos equipamentos, individualmente, compreendendo os óleos comumente utilizados em obras de terraplanagem, conforme quadro 37:

Equipamentos Mínimos Obrigatórios (EMO)	Consumo de lubrificantes (L/h.HP)	
	Condição Normal	Condição Severa (Adicional de 25%)
Trator de esteira	0,0014	0,0018
Carregadeira de esteira	0,0012	0,0015
Carregadeira de pneus	0,0013	0,0016
Moto scraper	0,0011	0,0014
Motoniveladora	0,0017	0,0021

Quadro 37: Consumos médio de lubrificante em função do tipo de equipamento.

O cálculo dos custos relativos ao consumo de lubrificantes foi organizando de acordo com os seguintes fatores e critérios:

- Consumo de lubrificante (L/h.HP): Em função da situação severa de operação, foi identificado o consumo médio de lubrificante por equipamento considerado.
- Custo do lubrificante (R\$/L): Foi identificado o custo de mercado do lubrificante (Ursa® LA-3 SAE 30) (R\$/l) em 24 de fevereiro de 2017, sendo o valor de R\$ 13,50 por litro o médio do país na data.
- Custo horário do consumo de lubrificantes (R\$/h): A partir da multiplicação do valor médio de mercado pelo consumo estimado de cada equipamento, foi estimado o custo horário de consumo de lubrificantes, conforme quadro 38:

Equipamentos Mínimos Obrigatórios (EMO)	Custos		
	Operação		
	Lubrificante		
	Consumo de Lubrificante (L/h.HP)	Custo do lubrificante (Ursa® LA-3 SAE 30) (R\$/l) em 09/01/2019	Custo horário do consumo de lubrificantes (R\$/h)
Escavadeira 90HP	0,16	22,00	3,5
Caminhão tanque (18.000l)	0,33	22,00	7,3
Trator Esteira D6K 13,4t 125HP	0,22	22,00	4,8
Compactador de solo 130HP	0,23	22,00	5,0
Moto nivelador 125HP	0,27	22,00	5,8

Quadro 38: Custos médios em função do tipo de equipamento.

- Consumo de graxa lubrificantes:

Segundo Ricardo (2007) o consumo médio de graxa pode ser estimado em função do tipo de equipamento, conforme quadro 39:

Equipamento	Consumo de graxa lubrificantes (Kg/h)
Compactadores	0,01
Trator de esteira	0,02
Carregadeira de esteira	0,02
Carregadeira de pneus	0,15
Moto scraper	0,15
Motoniveladora	0,03
Caminhão fora de estrada	0,04
Escavadeiras frontais	0,15

Quadro 39: Consumo médio de graxa lubrificante em função do tipo de equipamento.

O cálculo dos custos relativos ao consumo de graxas lubrificantes foi organizado de acordo com os seguintes fatores e critérios:

- Consumo de graxa lubrificante (Kg/h): Adotou-se o valor proposto por Ricardo (2007) em função do tipo de equipamento utilizado.
- Custo da graxa lubrificante (R\$/l): Foi identificado o custo de mercado da graxa lubrificante (VONDER-5125001000) (Kg) em 24 de fevereiro de 2017, sendo o valor de R\$ 18,00 por quilo o médio do país na data.
- Custo horário do consumo de graxa lubrificante (R\$/h): A partir da multiplicação do valor médio de mercado pelo consumo estimado de cada equipamento, foi estimado o custo horário de consumo de graxa, conforme quadro 40:

Equipamentos Mínimos Obrigatórios (EMO)	Custos		
	Operação		
	Graxa Lubrificante		
	Consumo de Graxa (Kg/h)	Custo do lubrificante (VONDER-5125001000) (Kg) em 24/02/2017	Custo horário do consumo de graxa (R\$/h)
Escavadeira 90HP	0,15	29,0	4,35
Caminhão tanque (18.000l)	0,04	29,0	1,16
Trator Esteira D6K 13,4t 125HP	0,02	29,0	0,58
Compactador de solo 130HP	0,01	29,0	0,29
Moto nivelador 125HP	0,03	29,0	0,87

Quadro 40: Custo médio em função do tipo de equipamento.

- Consumo de filtros, pneus e material rodante:

Quanto ao consumo de filtros, adaptou-se da proposta de Ricardo (2007), o custo de R\$ 0,36 por hora de funcionamento dos equipamentos. Trata-se de uma estimativa genérica em função da complexidade e variância de filtros comumente

utilizados em equipamentos de terraplanagem. Quanto aos pneus e material rodantes, também se adaptou de Ricardo (2007) os custos horários relativos aos desgastes dos materiais em função dos equipamentos. O quadro 41 organiza tais valores:

Equipamentos Mínimos Obrigatórios (EMO)	Custos	
	Operação	
	Filtros	Pneus e MR
	Custo horário do consumo de filtros (R\$/h)	Custo horário do consumo P e MR (R\$/h)
Escavadeira 90HP	0,36	22,00
Caminhão tanque (18.000l)	0,36	10,00
Trator Esteira D6K 13,4t 125HP	0,36	22,00
Compactador de solo 130HP	0,36	10,00
Moto nivelador 125HP	0,36	18,00

Quadro 41: Consumo médio de filtros e pneus em função do tipo de equipamento.

- Mão de obra e encargos sociais:

Os custos horários da mão de obra de operador de maquinário pesado, incluídos os encargos sociais, mais o custo de mão de obra e encargos de ajudante foram obtidos através de consulta ao Informativo SBC da construção civil, que fornece composições de custos de obras, locação de equipamentos e mão de obra para a construção civil. A busca foi orientada para “operador de máquina de terraplanagem” e “ajudante”, tendo como resultado, no mês de fevereiro de 2019, os valores de R\$ 14,88 o custo horário do operador de maquinário de terraplanagem, tendo sido considerado um operador por maquinário e o valor de R\$ 11,62 o custo horário do ajudante, tendo sido considerado meio ajudante por maquinário. Tais valores estão apresentados no quadro 42.

Equipamentos Mínimos Obrigatórios (EMO)	Custos	
	Operação	
	Mão de Obra (MDO)	
	Custo horário da MDO de operador (R\$/h)	Custo horário da MDO de ajudante (R\$/h)
Escavadeira 90HP	14,48	5,81
Carregadeira de rodas 128HP	14,48	5,81
Caminhão tanque (18.000l)	14,48	5,81
Trator Esteira D6K 13,4t 125HP	14,48	5,81
Compactador de solo 130HP	14,48	5,81
Moto nivelador 125HP	14,48	5,81

Quadro 42: Custos médios de MDO em função do tipo de equipamento.

a.3) Custos de manutenção mecânica:

A manutenção mecânica é uma despesa operacional, pois ocorre diretamente em função do uso do equipamento pelo desgaste progressivo das peças. Entretanto, essas despesas, compostas de peças e mão de obra, não são diretamente

proporcionais às horas de uso da máquina. Segundo Ricardo (2007), esses custos crescem segundo uma linha ascendente, porém com descontinuidades mais ou menos pronunciadas.

Enquanto a máquina é nova, o risco de defeitos mecânicos é muito pequeno e a produtividade do equipamento elevada. Com o passar do tempo aumenta a incidência de reparos mecânicos, com paradas longas, que afetam a produção da máquina, e, nos aterros sanitários, pode representar prejuízos ambientais significativos.

Desta forma, no início da vida útil do equipamento, a máquina produzirá com baixíssimas despesas de manutenção. Logo, entende-se que os gestores de aterros sanitários devem reservar recursos de manutenção no início da vida útil, para uso futuro, quando a periodicidade das manutenções reduzir.

Entende-se que se faz necessário considerar, igualmente, as condições vigentes no emprego do equipamento que afetem de modo direto o seu desempenho mecânico. Ricardo (2007) estabelece coeficientes de reparo incidentes sobre os valores de aquisição das máquinas ou sobre a depreciação horária, conforme quadro 43:

Equipamento	Valores de coeficiente de manutenção (K)		
	Condições favoráveis	Condições médias	Condições severas
Trator de esteira	0,07	0,09	0,13
Moto scraper	0,07	0,09	0,13
Caminhão fora de estrada	0,06	0,08	0,11
Carregadeira de esteira	0,07	0,09	0,13
Carregadeira de pneus	0,04	0,06	0,09
Motoniveladora	0,04	0,06	0,09
Compactadores		0,075	

Quadro 43: Coeficientes de manutenção em função das condições de operação.

Na presente metodologia, o cálculo dos custos relativos à manutenção mecânica foi realizado seguindo a seguinte formulação:

$$\text{Manutenção Horária} = (\text{Coef. de manutenção horária do equipamento} * \text{valor de aquisição}) / 1.000$$

Desta forma, foram obtidos os custos médios horários de manutenção dos equipamentos conforme quadro 44:

Equipamentos Mínimos Obrigatórios (EMO)	Custos
	Manutenção
	Manutenção Mecânica
	Custo horário da manutenção (R\$/h)
Escavadeira 90HP	44,9
Caminhão tanque (18.000l)	12,1
Trator Esteira D6K 13,4t 125HP	71,8
Compactador de solo 130HP	23,3
Moto nivelador 125HP	51,1

Quadro 44: Custo de manutenção mecânica em função do equipamento.

A partir da soma dos custos horários identificados nas etapas anteriores, foi obtido o custo horário produtivo do equipamento. Entretanto, não é usual, os equipamentos disponíveis nos aterros sanitários operarem de maneira interrupta durante 24 horas. Desta forma, identificou-se o custo horário improdutivo do equipamento e o custo horário não operacional dos equipamentos. O custo horário improdutivo, considerou apenas os custos de depreciação do equipamento e da mão de obra operacional, excluindo-se hipótese de movimentação do equipamento, logo não sendo avaliados os custos com combustíveis, lubrificantes, graxas, pneus, materiais rodantes e filtros. O custo horário não operacional é aquele que considera exclusivamente, o valor horário de depreciação do equipamento.

Desta forma, arbitrou-se que os equipamentos pesados de aterro sanitário irão operar de forma produtiva, durante 6 (seis) horas diárias e, de forma improdutivo, durante 3 (três) horas diárias, perfazendo 9 (nove) horas diárias de operação, mais 15 (quinze) horas diárias não operacionais. O quadro 45 apresenta os custos diários dos equipamentos mínimos operacionais (EMOs) propostos na presente metodologia.

Equipamentos Mínimos Obrigatórios (EMO)	Custo horário produtivo do equipamento (R\$/h)	Custo horário improdutivo do equipamento (R\$/h)	Custo horário não operacional do equipamento (R\$/h)	Custo diário do equipamento (R\$/dia) (6h produtivas, 3h improdutivas e 15h não operacionais)
Escavadeira 90HP	189,5	47,9	27,6	1.694,8
Caminhão tanque (18.000l)	134,4	26,2	5,9	973,0
Trator Esteira D6K 13,4t 125HP	258,3	75,5	55,2	2.604,0
Compactador de solo 130HP	162,3	51,3	31,0	1.592,9
Moto nivelador 125HP	222,2	58,2	37,9	2.075,8

Quadro 45: Custo diários dos EMOs

A partir dos resultados obtidos anteriormente, e, considerando 26 dias operacionais dos aterros sanitários em um mês, identificaram-se os custos mensais por equipamento, os custos mensais do equipamento em função do porte do aterro, o

custo médio operacional mensal estimado do aterro e o custo médio operacional estimado em função do porte do aterro, conforme apresenta o quadro 46:

Classificação do Porte do Aterro Sanitário	Quant.	Equipamentos Mínimos Obrigatórios (EMO)	Custo mensal do equipamento (R\$/mês)	Custo mensal do equipamento em função da necessidade do aterro (R\$/mês)	CMO Estimado mensal (R\$/mês)	CMO Estimado em função do porte (R\$/t) (Apenas Equipamentos)	CMO Estimado em função do porte (R\$/t) (Equipamentos + Despesas Gerais)
Pequeno	1	Trator Esteira D6K 13,4t 125HP	67.703,6	67.703,6	117.746,0	198,5	392,6
	1	Escavadeira 90HP	50.042,4	50.042,4			
Médio (100–800 t/d)	2	Escavadeira 90HP	77.363,1	154.726,1	407.782,4	24,7	48,9
	1	Caminhão tanque (18.000l)	25.297,9	25.297,9			
	2	Trator Esteira D6K 13,4t 125HP	113.879,2	227.758,3			
	0	Compactador de solo 130HP	12.090,0	0,0			
Grande (800–2000 t/d)	2	Escavadeira 90HP	77.363,1	154.726,1	449.198,8	15,0	29,6
	1	Caminhão tanque (18.000l)	25.297,9	25.297,9			
	2	Trator Esteira D6K 13,4t 125HP	113.879,2	227.758,3			
	1	Compactador de solo 130HP	41.416,4	41.416,4			
	0	Moto nivelador 125HP	14.768,0	0,0			
Excepcional I (2000 t/dia)	2	Escavadeira 90HP	77.363,1	154.726,1	772.922,5	12,9	25,5
	2	Caminhão tanque (18.000l)	48.307,9	96.615,8			
	3	Trator Esteira D6K 13,4t 125HP	160.054,7	480.164,2			
	1	Compactador de solo 130HP	41.416,4	41.416,4			
	0	Moto nivelador 125HP	14.768,0	0,0			
Excepcional II (3000 t/dia)	3	Escavadeira 90HP	110.662,6	331.987,7	1.294.941,2	14,4	28,5
	2	Caminhão tanque (18.000l)	48.307,9	96.615,8			
	4	Trator Esteira D6K 13,4t 125HP	206.230,3	824.921,3			
	1	Compactador de solo 130HP	41.416,4	41.416,4			
	0	Moto nivelador 125HP	14.768,0	0,0			
Excepcional III (4000 t/dia)	3	Escavadeira 90HP	110.662,6	331.987,7	1.949.456,3	16,2	32,1
	3	Caminhão tanque (18.000l)	71.317,8	213.953,4			
	5	Trator Esteira D6K 13,4t 125HP	252.405,9	1.262.029,5			
	2	Compactador de solo 130HP	70.742,8	141.485,7			
	0	Moto nivelador 125HP	14.768,0	0,0			
Excepcional IV (5000 t/dia)	3	Escavadeira 90HP	110.662,6	331.987,7	2.003.427,7	13,4	26,4
	3	Caminhão tanque (18.000l)	71.317,8	213.953,4			
	5	Trator Esteira D6K 13,4t 125HP	252.405,9	1.262.029,5			
	2	Compactador de solo 130HP	70.742,8	141.485,7			
	1	Moto nivelador 125HP	53.971,3	53.971,3			
Excepcional V (6000 t/dia)	4	Escavadeira 90HP	143.962,1	575.848,4	2.940.105,3	16,3	32,3
	4	Caminhão tanque (18.000l)	94.327,8	377.311,0			
	6	Trator Esteira D6K 13,4t 125HP	298.581,5	1.791.488,8			
	2	Compactador de solo 130HP	70.742,8	141.485,7			
	1	Moto nivelador 125HP	53.971,3	53.971,3			
Excepcional VI (7000 t/dia)	4	Escavadeira 90HP	143.962,1	575.848,4	2.940.105,3	14,0	27,7
	4	Caminhão tanque (18.000l)	94.327,8	377.311,0			
	6	Trator Esteira D6K 13,4t 125HP	298.581,5	1.791.488,8			
	2	Compactador de solo 130HP	70.742,8	141.485,7			
	1	Moto nivelador 125HP	53.971,3	53.971,3			
Excepcional VII (8000 t/dia)	4	Escavadeira 90HP	143.962,1	575.848,4	3.930.015,4	16,4	32,4
	5	Caminhão tanque (18.000l)	117.337,7	586.688,4			
	7	Trator Esteira D6K 13,4t 125HP	344.757,1	2.413.299,4			
	3	Compactador de solo 130HP	100.069,3	300.207,8			
	1	Moto nivelador 125HP	53.971,3	53.971,3			
Excepcional VIII (9000 t/dia)	5	Escavadeira 90HP	177.261,6	886.308,2	4.240.475,1	15,7	31,1
	5	Caminhão tanque (18.000l)	117.337,7	586.688,4			
	7	Trator Esteira D6K 13,4t 125HP	344.757,1	2.413.299,4			
	3	Compactador de solo 130HP	100.069,3	300.207,8			
	1	Moto nivelador 125HP	53.971,3	53.971,3			
Excepcional IX (10000 t/dia)	5	Escavadeira 90HP	177.261,6	886.308,2	5.210.034,1	17,4	34,3
	6	Caminhão tanque (18.000l)	140.347,6	842.085,8			
	8	Trator Esteira D6K 13,4t 125HP	390.932,6	3.127.461,0			
	3	Compactador de solo 130HP	100.069,3	300.207,8			
	1	Moto nivelador 125HP	53.971,3	53.971,3			

Quadro 46: Custos Médios Operacionais (CMO) em função do porte do aterro

b) Análise de cenários para a avaliação dos custos operacionais:

Foram propostos quatro cenários econômicos distintos a fim de possibilitar a seleção de valores mais favoráveis e síncronos à realidade operacional relatada pelos gestores operacionais em entrevista.

O cenário 1 refere-se a uma projeção direta de 100% dos custos operacionais a partir dos 50,56% relativos aos EMOs. O cenário 2 gerou valores a partir de uma curva de tendência com equação $y = 737,39x^{-0,381}$, plotada a partir dos resultados obtidos com os CMOE na escala de 20 a 10.000 t/dia. O cenário 3 gerou valores a partir de uma segunda curva de tendência com equação $y = 1209,1x^{-0,470}$, plotada a partir dos resultados com CMOE na escala de 20 a 5.000 t/dia, adicionado de uma terceira curva de tendência com equação $y = 0,0019x + 14,992$, plotada para resultados entre 5.001 e 10.000 t/dia. O cenário 4 propôs apenas a realização de uma média aritmética dos Cenários 1, 2 e 3.

O quadro 47 apresenta os resultados obtidos nos cenários descritos em função do recebimento médio diário dos aterros sanitários.

Recebimento diário Médio (t/dia)	Estimativa de Custos Operacionais (R\$/t)				
	Equipamentos (50,56%)	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
20	198,5	392,6	236,5	297,4	308,9
550	24,7	48,9	66,6	62,3	59,3
1000	15,0	29,6	53,1	47,0	43,2
2000	12,9	25,5	40,7	34,0	33,4
3000	14,4	28,5	34,9	28,1	30,5
4000	16,2	32,1	31,3	24,5	29,3
5000	13,4	26,4	28,7	22,1	25,7
6000	13,4	26,4	26,8	26,4	26,5
7000	14,0	27,7	25,3	28,3	27,1
8000	16,4	32,4	24,0	30,2	28,9
9000	15,7	31,1	23,0	32,1	28,7
10000	17,4	34,3	22,1	34,0	30,1

Quadro 47: Estimativa de custos nos cenários 1, 2, 3 e 4

A seguir estão apresentadas às figuras 17, 18 e 19 com os gráficos plotados para as curvas de custos dos cenários 2 e 3:

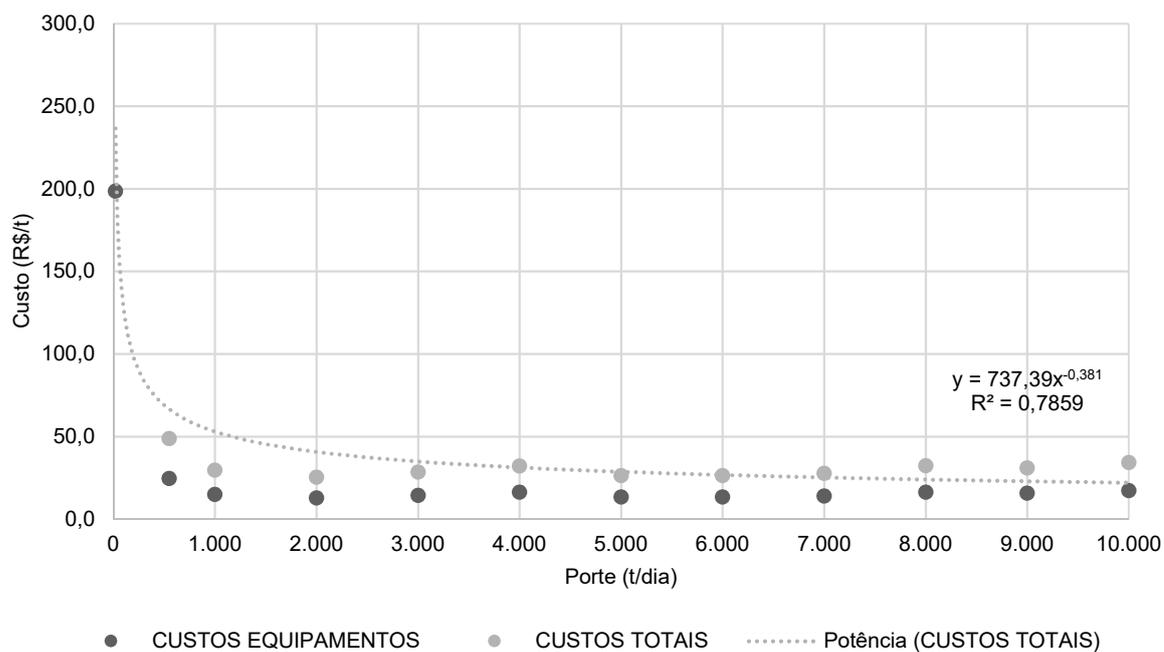


Figura 17: CMO: Faixa operacional - Entre 0 e 10.000 t/dia – Cenários 1 e 2

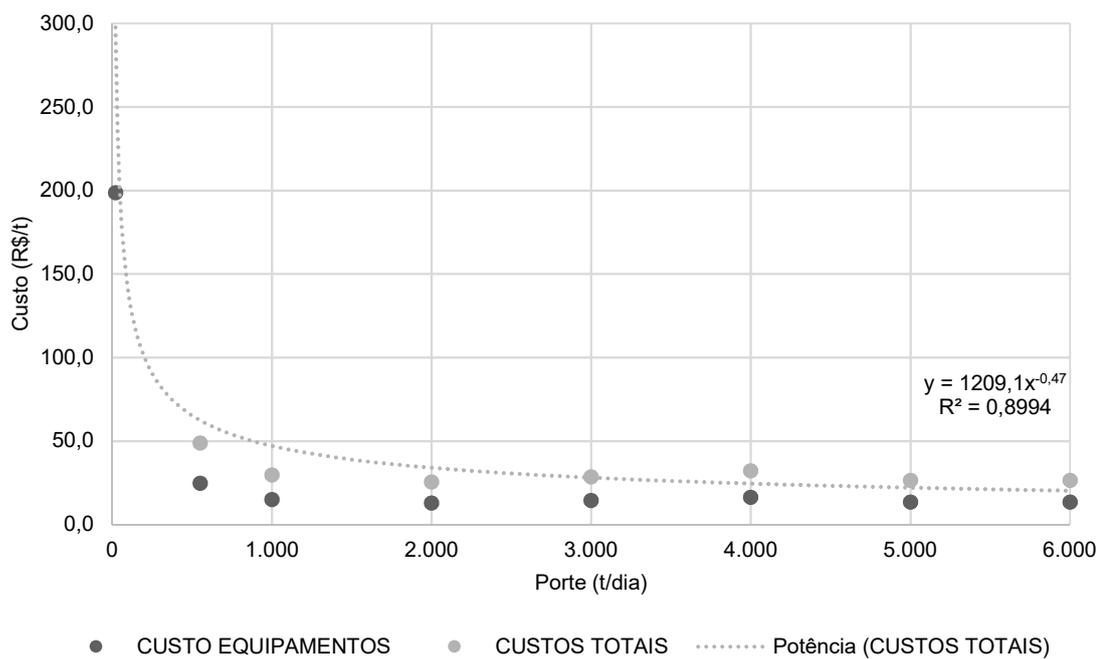


Figura 18: CMO: Faixa operacional - Entre 0 e 6.000 t/dia – Cenários 1 e 3

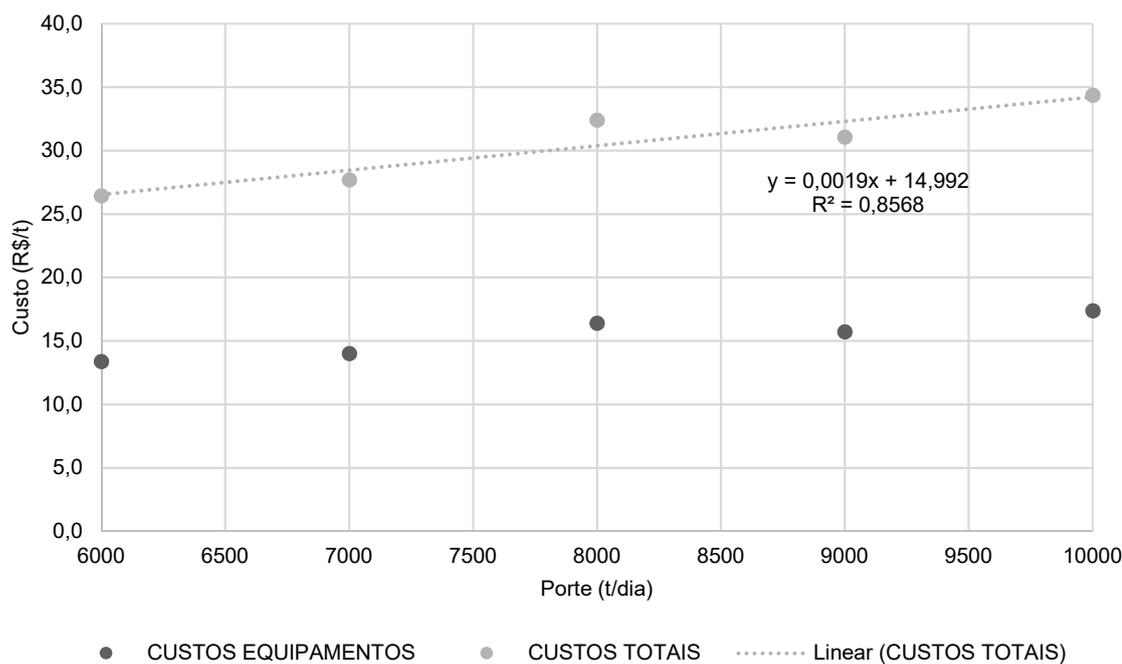


Figura 19: CMO: Faixa operacional - Entre 6.000 e 10.000 t/dia – Cenários 1 e 3

c) Análise da influência da inadimplência no equilíbrio econômico do aterro

A inadimplência na prestação do serviço de destinação final de resíduos pode vir a representar um significativo prejuízo na qualidade operacional dos aterros sanitários e, até mesmo, sentenciar a sua operabilidade a condições insustentáveis, configurando cenários operacionais semelhantes à vazadouros clássicos. A ausência de recursos impacta diretamente na disponibilização de EMOs, combustível, lubrificante, graxa, mão de obra e nos investimentos necessários ao correto monitoramento de águas superficiais e subterrâneas, monitoramento geotécnico, tratamento de chorume, dentre outras necessidades operacionais.

Face ao exposto, fez-se necessário propor na metodologia do ISOAS uma análise da influência da inadimplência no equilíbrio econômico dos aterros sanitários. Ressalta-se que tal proposição foi posterior às rodadas realizadas para a técnica Delphi, a partir da troca de informação com os aterros coparticipantes. A principal fonte de informações para análise de inadimplência derivou da entrevista estratégica com o gestor, que declarou os cinco principais clientes que se encontravam inadimplentes no momento da vistoria ao aterro. Cabe frisar que, por questões comerciais inerentes ao negócio, deve-se facultar aos gestores das unidades avaliadas, declarar o nome de seus clientes inadimplentes.

Entretanto, para a análise proposta, é fundamental que haja a indicação da quantidade média diária do cliente, bem como da quantidade de meses inadimplentes no último semestre.

Desta forma, foi estimado a tonelagem disposta sem pagamento (quantidade de meses inadimplentes x tonelagem diária enviada x 30 dias) e estimado, através do preço praticado pelo aterro (informação cedida em entrevista com o gestor), o valor da dívida estimada no semestre. A receita estimada no semestre se dá através a multiplicação do recebimento médio diário pelo preço médio praticado e pela quantidade de dias em um semestre. Para se obter a receita real no semestre, foi subtraído da receita estimada a dívida relativa a inadimplência. Os quadros 48 e 49 relacionam as etapas necessárias à obtenção dos resultados:

Análise de Inadimplência	t/dia	t/mês	t/sem	Preço médio praticado (R\$/t)	Receita Estimada no Semestre (R\$)
Cliente 1					
Cliente 2					
Cliente 3					
Cliente 4					
Cliente 5					

Quadro 48: Organização das informações para avaliação da inadimplência – Etapa 1

Análise de Inadimplência	Meses Inadimplentes	Tonelagem disposta sem pagamento	Dívida estimada no semestre(R\$)	Receita Real no semestre(R\$)
Cliente 1				
Cliente 2				
Cliente 3				
Cliente 4				
Cliente 5				

Quadro 49: Organização das informações para avaliação da inadimplência – Etapa 2

Após a obtenção das informações dos quadros 47 e 48, realiza-se a análise financeira semestral, na qual se avalia receita estimada, dívida estimada, receita real, CMOP, CMOE, lucro estimado e lucro real. Na metodologia a análise é realizada através do uso do quadro 50:

Análise Financeira Semestral	
Receita estimada	R\$0,00
Dívida estimada	R\$0,00
Receita real	R\$0,00
CMO Praticado	R\$0,00
CMO Estimado	R\$0,00
Lucro estimado	R\$0,00
Lucro real	R\$0,00

Quadro 50: Organização das informações para avaliação da inadimplência – Etapa 3

O lucro estimado se dará a partir da subtração do CMOE da receita estimada. O lucro real se dará através da subtração do CMOP da receita real. Posteriormente é possível realizar uma análise percentual da inadimplência no semestre. Através da divisão da dívida estimada pela receita estimada, pode-se obter o percentual de inadimplência no semestre.

3.1.1.2.3. Proposta de indicadores para avaliação da disponibilidade de EMO:

O processo de verificação dos indicadores econômicos para a avaliação de disponibilidade de EMO se dá a partir do confronto entre o número de equipamentos operacionais disponibilizados no aterro sanitário (constatado em visita de campo), com os EMO teóricos estimados em função do porte do aterro. Apenas o indicador de número 86 tem um procedimento de análise diferenciado. Propuseram-se três faixas operacionais; Adequado, Limítrofe e Inadequado.

INDICADOR		AVALIAÇÃO
Avaliação da Disponibilidade de Equipamentos Mínimos Obrigatórios	79 Trator Esteira D6K 13,4t 125HP (A avaliação deve ser procedida em função do referencial de Equipamentos Mínimos Obrigatórios -EMO em função do porte do Aterro)	Adequada
		Deficiente
		Inexistente
	80 Escavadeira 90HP (A avaliação deve ser procedida em função do referencial de Equipamentos Mínimos Obrigatórios -EMO em função do porte do Aterro)	Adequada / Desnecessário
		Deficiente
		Inexistente
	81 Caminhão Tanque (A avaliação deve ser procedida em função do referencial de Equipamentos Mínimos Obrigatórios -EMO em função do porte do Aterro)	Adequada / Desnecessário
		Deficiente
Inexistente		
82 Compactador de solo 130HP (A avaliação deve ser procedida em função do referencial de Equipamentos Mínimos Obrigatórios -EMO em função do porte do Aterro)	Adequada / Desnecessário	
	Deficiente	
	Inexistente	
83 Moto nivelador 125HP (A avaliação deve ser procedida em função do referencial de Equipamentos Mínimos Obrigatórios -EMO em função do porte do Aterro)	Adequada / Desnecessário	
	Deficiente	
	Inexistente	
84 Carregadeira de rodas 128HP (Equipamento Opcional)	Adequada / Desnecessário	
	Deficiente	
	Inexistente	
85 Disponibilidade de Lâmina Raspadora (Equipamento Opcional)	Adequada / Desnecessário	
	Deficiente	
	Inexistente	
86 CMO Praticado em função do Porte (Adequado: CMO Praticado = CMO Estimado \pm 10% / Limítrofe: CMO Praticado = CMO Estimado \pm 20% / Inadequado: CMO Praticado = CMO Estimado \pm 30%)	Adequada	
	Limítrofe	
	Inadequado	

Quadro 51: Proposta de indicadores econômicos para avaliação da disponibilidade de EMOs.

3.1.1.2.4. Proposta de indicadores para a análise de inadimplência:

O processo de verificação dos indicadores econômicos para a análise de inadimplência semestral se dá a partir do confronto entre o percentual de inadimplência, no último semestre, obtido com quatro faixas pré-estabelecidas, sendo elas: 5% a 25%, 25% a 50%, 50% a 75% e acima de 75%.

Cabe frisar que se objetiva uma análise cumulativa dos indicadores e não pontual. Logo, caso o percentual de inadimplência seja 63%, significa que o aterro em avaliação deve pontuar nos três primeiros indicadores (Faixas de 5% a 25%; de 25% a 50% e de 50% a 75%) e não somente na terceira faixa. Outro ponto relevante da metodologia é que a pontuação negativa nestes indicadores, penaliza a pontuação geral do aterro em função da inadimplência observada. O quadro 52 apresenta a os indicadores propostos:

		INDICADOR	AVALIAÇÃO
Inadimplência	87	A gestora do aterro registrou entre 5% e 25% de inadimplência nos valores a serem pagos no último semestre?	Não
			Sim
	88	A gestora do aterro registrou entre 25% e 50% de inadimplência nos valores a serem pagos no último semestre?	Não
			Sim
	89	A gestora do aterro registrou entre 50% e 75% de inadimplência nos valores a serem pagos no último semestre?	Não
			Sim
	90	A gestora do aterro registrou mais de 75% de inadimplência nos valores a serem pagos no último semestre?	Não
			Sim

Quadro 52: Proposta de indicadores econômicos para avaliação da inadimplência

3.1.1.3. Grupo de indicadores socioambientais:

3.1.1.3.1. Proposta de indicadores socioambientais da técnica 1:

O processo de construção dos indicadores socioambientais da técnica 1 se dá em momento posterior à consolidação dos resultados. Deu-se maior ênfase à conversão dos impactos ambientais negativos percebidos ou não em indicadores socioambientais em função da complexidade da atividade e do seu potencial poluidor. A partir da análise do percentual da população residente e domiciliada na AID que declarou ter percebido impactos ambientais é possível, dentro de faixas pré-estabelecidas, identificar a significância do impacto percebido pela comunidade. Os onze impactos negativos propostos por Kreling (2006), foram transformados em questões a serem enquadradas nas faixas percentuais sugeridas.

As faixas sugeridas para a avaliação dos indicadores são: Não houve relatos; Menos de 10% dos entrevistados; Menos de 25% dos entrevistados; Menos de 50% dos entrevistados e Mais de 50% dos entrevistados. O quadro 53 apresenta a os indicadores propostos:

INDICADORES		AVALIAÇÃO	
Avaliação da percepção social dos impactos negativos	91	Foi percebido cheiro de lixo nas redondezas do aterro? (A avaliação deve ser procedida após o processamento de todas as entrevistas)	
		Não houve relatos	
		Menos de 10% dos entrevistados	
		Menos de 25% dos entrevistados	
		Menos de 50% dos entrevistados	
92	Foi percebido barulho de caminhões transitando no entorno do aterro? (A avaliação deve ser procedida após o processamento de todas as entrevistas)	Não houve relatos	
		Menos de 10% dos entrevistados	
		Menos de 25% dos entrevistados	
		Menos de 50% dos entrevistados	
		Mais de 50% dos entrevistados	
93	Foi percebida fumaça oriunda de caminhões transitando no entorno do aterro? (A avaliação deve ser procedida após o processamento de todas as entrevistas)	Não houve relatos	
		Menos de 10% dos entrevistados	
		Menos de 25% dos entrevistados	
		Menos de 50% dos entrevistados	
		Mais de 50% dos entrevistados	
94	Foi constatada a presença de resíduos volantes oriundos dos caminhões? (A avaliação deve ser procedida após o processamento de todas as entrevistas)	Não houve relatos	
		Menos de 10% dos entrevistados	
		Menos de 25% dos entrevistados	
		Menos de 50% dos entrevistados	
		Mais de 50% dos entrevistados	
95	Foi constatada fila de caminhões no acesso à balança do aterro? (A avaliação deve ser procedida após o processamento de todas as entrevistas)	Não houve relatos	
		Menos de 10% dos entrevistados	
		Menos de 25% dos entrevistados	
		Menos de 50% dos entrevistados	
		Mais de 50% dos entrevistados	
Avaliação da percepção social dos impactos negativos	96	Foi constatado chorume oriundo dos caminhões no entorno do aterro? (A avaliação deve ser procedida após o processamento de todas as entrevistas)	
		Não houve relatos	
		Menos de 10% dos entrevistados	
		Menos de 25% dos entrevistados	
		Menos de 50% dos entrevistados	
	97	Foi percebido barulho do maquinário pesado da operação do aterro no entorno do aterro? (A avaliação deve ser procedida após o processamento de todas as entrevistas)	Não houve relatos
			Menos de 10% dos entrevistados
			Menos de 25% dos entrevistados
			Menos de 50% dos entrevistados
			Mais de 50% dos entrevistados
	98	Foi percebido o aumento de poeira e material particulado no interior das residências devido ao trânsito de caminhões no entorno do aterro? (A avaliação deve ser procedida após o processamento de todas as entrevistas)	Não houve relatos
			Menos de 10% dos entrevistados
			Menos de 25% dos entrevistados
			Menos de 50% dos entrevistados
Mais de 50% dos entrevistados			
99	Foi constatada a proliferação de ratos e outros vetores terrestres após a instalação do aterro? (A avaliação deve ser procedida após o processamento de todas as entrevistas)	Não houve relatos	
		Menos de 10% dos entrevistados	
		Menos de 25% dos entrevistados	
		Menos de 50% dos entrevistados	
		Mais de 50% dos entrevistados	
100	Foi constatada alteração de odor/sabor característico na água de poço após a instalação do aterro? (A avaliação deve ser procedida após o processamento de todas as entrevistas)	Não houve relatos	
		Menos de 10% dos entrevistados	
		Menos de 25% dos entrevistados	
		Menos de 50% dos entrevistados	
		Mais de 50% dos entrevistados	
101	Foi constatada a proliferação de moscas e outros vetores aéreos após a instalação do aterro? (A avaliação deve ser procedida após o processamento de todas as entrevistas)	Não houve relatos	
		Menos de 10% dos entrevistados	
		Menos de 25% dos entrevistados	
		Menos de 50% dos entrevistados	
		Mais de 50% dos entrevistados	
102	Quantos entrevistados afirmaram haver, ao menos, 3 benefícios em função das operações normais do aterro? (A avaliação deve ser procedida após o processamento de todas as entrevistas)	Não houve relatos	
		Menos de 10% dos entrevistados	
		Menos de 25% dos entrevistados	
		Menos de 50% dos entrevistados	
		Mais de 50% dos entrevistados	
103	Quanto à duração dos impactos constatados, quantos foram considerados constantes? (A avaliação deve ser procedida após o processamento de todas as entrevistas)	Nenhum	
		Menos de 10% dos entrevistados	
		Menos de 25% dos entrevistados	
		Menos de 50% dos entrevistados	
		Mais de 50% dos entrevistados	
104	Quanto à frequência dos impactos constatados, quantos foram considerados diários? (A avaliação deve ser procedida após o processamento de todas as entrevistas)	Nenhum	
		Menos de 10% dos entrevistados	
		Menos de 25% dos entrevistados	
		Menos de 50% dos entrevistados	
		Mais de 50% dos entrevistados	

Continua na próxima página

Continuação do quadro 53

105	Quanto entrevistados afirmaram haver, ao menos, 3 prejuízos ao bem-estar em função das operações normais do aterro? (A avaliação deve ser procedida após o processamento de todas as entrevistas)	Nenhum
		Menos de 10% dos entrevistados
		Menos de 25% dos entrevistados
		Menos de 50% dos entrevistados
		Mais de 50% dos entrevistados

Quadro 53: Proposta de indicadores socioambientais da técnica 1

3.1.1.3.2. Proposta de indicadores socioambientais da técnica 2 (Avaliação de riscos ambientais pelo avaliador):

O processo de avaliação dos indicadores socioambientais da técnica 2 deve ocorrer após a percepção dos impactos, avaliação dos mesmos e análise dos riscos associados. Para a proposição dos indicadores, deu-se ênfase à identificação do grau de significância dos riscos dos impactos típicos da atividade. Assim como proposto para a técnica 1, os onze impactos negativos foram transformados em questões a serem enquadradas nas classes de risco propostas. As faixas sugeridas de enquadramento dos riscos são: Marginal; Reduzido; Significativo; Crítico e Catastrófico. O quadro 54 apresenta os indicadores propostos:

INDICADORES		AVALIAÇÃO
Avaliação da percepção social dos impactos	91 Foi percebido cheiro de lixo nas redondezas do aterro? (A avaliação deve ser procedida após o processamento de todas as entrevistas)	Risco Marginal
		Risco Reduzido
		Risco Significativo
		Risco Crítico
		Risco Catastrófico
	92 Foi percebido barulho de caminhões transitando no entorno do aterro? (A avaliação deve ser procedida após o processamento de todas as entrevistas)	Risco Marginal
		Risco Reduzido
		Risco Significativo
		Risco Crítico
		Risco Catastrófico
	93 Foi percebida fumaça oriunda de caminhões transitando no entorno do aterro? (A avaliação deve ser procedida após o processamento de todas as entrevistas)	Risco Marginal
		Risco Reduzido
		Risco Significativo
		Risco Crítico
		Risco Catastrófico
	94 Foi constatada a presença de resíduos volantes oriundos dos caminhões? (A avaliação deve ser procedida após o processamento de todas as entrevistas)	Risco Marginal
		Risco Reduzido
		Risco Significativo
		Risco Crítico
		Risco Catastrófico
	95 Foi constatada fila de caminhões no acesso à balança do aterro? (A avaliação deve ser procedida após o processamento de todas as entrevistas)	Risco Marginal
Risco Reduzido		
Risco Significativo		
Risco Crítico		
Risco Catastrófico		
96 Foi constatado chorume oriundo dos caminhões no entorno do aterro? (A avaliação deve ser procedida após o processamento de todas as entrevistas)	Risco Marginal	
	Risco Reduzido	
	Risco Significativo	
	Risco Crítico	
	Risco Catastrófico	
97 Foi percebido barulho do maquinário pesado da operação do aterro no entorno do aterro? (A avaliação deve ser procedida após o processamento de todas as entrevistas)	Risco Marginal	
	Risco Reduzido	
	Risco Significativo	
	Risco Crítico	
	Risco Catastrófico	

Continua na próxima página

Continuação do quadro 54

98	Foi percebido o aumento de poeira e material particulado no interior das residências devido ao trânsito de caminhões no entorno do aterro? (A avaliação deve ser procedida após o processamento de todas as entrevistas)	Risco Marginal
		Risco Reduzido
		Risco Significativo
		Risco Crítico
		Risco Catastrófico
99	Foi constatada a proliferação de ratos e outros vetores terrestres após a instalação do aterro? (A avaliação deve ser procedida após o processamento de todas as entrevistas)	Risco Marginal
		Risco Reduzido
		Risco Significativo
		Risco Crítico
		Risco Catastrófico
100	Foi constatada alteração de odor/sabor característico na água de poço após a instalação do aterro? (A avaliação deve ser procedida após o processamento de todas as entrevistas)	Risco Marginal
		Risco Reduzido
		Risco Significativo
		Risco Crítico
		Risco Catastrófico
101	Foi constatada a proliferação de moscas e outros vetores aéreos após a instalação do aterro? (A avaliação deve ser procedida após o processamento de todas as entrevistas)	Risco Marginal
		Risco Reduzido
		Risco Significativo
		Risco Crítico
		Risco Catastrófico

Quadro 54: Proposta de indicadores socioambientais da técnica 2

3.1.2. Consolidação da metodologia e avaliação da sustentabilidade:

Considerando-se o uso da “técnica 1” para a análise social da sustentabilidade operacional dos aterros sanitários, tem-se, no ISOAS, o total de 105 indicadores de desempenho ambiental, sendo, 78 indicadores técnicos-ambientais (22 de características locais, 20 de infraestrutura implantada e 36 de características operacionais), 12 indicadores econômicos e 15 indicadores sócio ambientais.

No uso da “técnica 2”, tem-se o total de 101 indicadores de desempenho ambiental, sendo, 78 indicadores técnicos-ambientais (22 de características locais, 20 de infraestrutura implantada e 36 de características operacionais), 12 indicadores econômicos e 11 indicadores sócio ambientais.

3.1.3. Definição de relevância e significância dos indicadores:

Os resultados da avaliação de significância dos indicadores propostos, a partir da aplicação do método Delphi estão apresentados a seguir, nos quadros 55, 56, 57, 58, 59 e 60, para as características locais, infraestrutura implantada, características operacionais, indicadores econômicos e indicadores socioambientais, respectivamente.

CARACTERÍSTICAS LOCACIONAIS						
SUB-ÍTEM		AVALIAÇÃO	PESO	PONTUAÇÃO	COMPROV.	
Características fisiográficas e Ambientais	1	Profundidade do lençol freático (Ideal: > 3,0m / Aceitável: entre 1,5m e 3,0m / Não Recomendado: <1,5m)	Ideal	9		-
		Aceitável	5			
		Não recomendado	1			
	2	Proximidade de Unidades de Conservação (Ideal: >500m / Aceitável: entre 500 e 1 m / Não Recomendado: <1m)	Ideal	8		-
			Aceitável	4		
			Não recomendável	1		
	3	Permeabilidade do solo de fundação (Coeficiente de permeabilidade < 1x10 ⁻⁶ cm/s)	Adequado	8		-
			Inadequado	1		
	4	Declividade do Terreno (%) (Ideal < 15% / Aceitável >15% e < 30% / Não Recomendado >30%)	Ideal	7		-
Aceitável			4			
Não recomendado			1			
5	Disponibilidade de material de recobrimento diário e intermediário (Suficiente: Atende à demanda na VU / Insuficiente: Não atende a demanda na VU / Inexistente: Não há jazida nos limites do terreno)	Suficiente	7		-	
		Insuficiente	4			
		Inexistente	1			
6	Isolamento visual da vizinhança	Bom	8		-	
		Ruim	1			
7	Distância de cursos d'água (Ideal: >200m / Aceitável: entre 200 e 50 metros / Não recomendado: <50m)	Ideal	9		-	
		Aceitável	5			
		Não recomendado	1			
8	Vida útil (Calculo teórico) (Ideal: >15 anos / Aceitável: Entre 15 e 10 anos / Não recomendado: <10 anos)	Ideal	9		-	
		Aceitável	5			
		Não recomendável	1			
9	Área sujeita a inundação	Sim	2		-	
		Não	6			
Interface socioambiental	10	Proximidade de núcleos habitacionais	Longe > 500m	9		-
			Próximo < 500m	1		
	11	Densidade populacional (Alta, Média, Baixa)	Alta	1		-
			Média	2		
			Baixa	4		
	12	Utilização da área pela população (Eventual / Rotineiro / Intenso)	Eventual	6		-
			Rotineira	2		
			Intenso	1		
	13	Zoneamento urbano (Adequado / Inadequado)	Adequado	8		-
			Inadequado	0		
	14	Valor da terra (Alto, Médio ou Baixo)	Alto	2		-
			Médio	4		
			Baixo	6		
	15	Aceitação da atividade pela população e ONGs locais (Receptiva / Dúbia / Repúdio)	Receptiva	8		-
			Dúbia	4		
			Repúdio	1		
	16	Distância do centro de massa municipal (Ideal: < 5 km / Recomendado: entre 5 e 20 km / Não Recomendado: > 20km) (A avaliação deve considerar, o último trecho de 1Km)	Ideal	10		-
			Recomendado	6		
Não Recomendado			2			
Sistema viário público de acesso	17	Número de faixas de rolamento para tráfego de caminhões e carretas (A avaliação deve considerar, o último trecho de 1Km)	Bom	7		-
			Regular	3		
			Ruim	0		
	18	FLUXO (Adequado: Mão única / Regular: Trechos mistos / Periclitante: Mão dupla) (A avaliação deve considerar, o último trecho de 1Km)	Adequado	7		-
			Regular	4		
			Periclitante	1		
	19	Tráfego de caminhões e carretas por núcleos populacionais (A avaliação deve considerar, o último trecho de 1Km)	Sim	3		-
			Não	6		
	20	Condições de manutenção da via de acesso (A avaliação deve considerar, o último trecho de 1Km)	Adequada	8		-
			Regular	5		
			Inadequada	1		
	21	Condições de iluminação da via de acesso (A avaliação deve considerar, o último trecho de 1Km)	Adequada	5		-
Regular			3			
Inadequada			1			
22	Condições de sinalização da via de acesso (A avaliação deve considerar, o último trecho de 1Km)	Adequada	7		-	
		Regular	4			
		Inadequada	1			
SUB-TOTAL POSSÍVEL			162			
SUB-TOTAL OBTIDO				0	0%	
ANÁLISE DE PERFORMANCE						

Quadro 55: Pesos definidos após a técnica Delphi para os indicadores técnico-ambientais, subgrupo características locacionais.

INFRA ESTRUTURA IMPLANTADA						
SUB-ITEM		AVALIAÇÃO	PESO	PONTUAÇÃO	COMPROVAÇÃO	
Avaliação da infraestrutura implantada	23	Cercamento em todo perímetro do terreno	Sim	9		-
			Não	0		
	24	Balança rodoviária	Sim	9		-
			Não	1		
	25	Portão com controle de acesso (Portaria/Guarita)	Sim	9		-
			Não	1		
	26	Sinalização das vias internas do empreendimento	Sim	8		-
			Não	1		
	27	Sinalização de risco nas dependências do empreendimento	Sim	5		-
			Não	0		
28	Cinturão verde em desenvolvimento útil	Sim	8		-	
		Não	1			
29	Faixa de proteção sanitária <i>non-aedificant</i> (largura > 10 m)	Sim	9		-	
		Não	1			
30	Disponibilidade de gerador reserva para acionamento de equipamento elétricos e eletrônicos em situações emergenciais	Sim	8		-	
		Parcialmente	4			
		Não	1			
31	Disponibilidade de pontos móveis de iluminação para acionamento noturno e situações emergenciais	Sim	7		-	
		Parcialmente	4			
		Não	1			
Avaliação do sistema de controle implantado	32	Sistema de drenagem subsuperficial	Existente / Não aplicável	9		-
			Insuficiente	4		
			Inexistente	1		
	33	Sistema simples de impermeabilização de base constituído por barreira física, com coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-7} m/s	Existente / Adequado	7		-
			Insuficiente	3		
			Inexistente	0		
	34	Sistema composto de impermeabilização de base constituído por duas ou mais barreiras físicas justapostas em toda a extensão do sistema, com coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-7} m/s	Existente / Adequado	7		-
			Insuficiente	4		
			Inexistente	0		
	35	Sistema duplo composto de impermeabilização de base constituído por duas geomembranas e, pelo menos, mais uma barreira física, justapostas, com coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-7} m/s	Existente / Adequado	9		-
Insuficiente			3			
Inexistente			0			
36	Sistema de detecção de vazamento instalado sob o sistema artificial de impermeabilização da base	Existente / Adequado	8		-	
		Insuficiente	3			
		Inexistente	0			
37	Sistema de drenagem de efluentes líquidos lixiviados	Adequado	10		-	
		Insuficiente	4			
		Inadequado / Inexistente	0			
Avaliação do sistema de controle implantado	38	Sistema de drenagem pluvial provisória	Adequado	10		-
			Insuficiente	5		
			Inadequado / Inexistente	0		
	39	Sistema de drenagem pluvial definitiva	Adequado	10		-
			Insuficiente	5		
			Inadequado / Inexistente	0		
	40	Sistema de drenagem de biogás	Adequado	9		-
			Insuficiente	5		
			Inadequado / Inexistente	1		
	41	Técnica de tratamento de lixiviado	Sist. Primário + Envio p/ETE	6		-
Sist. Secundário + Envio p/ETE			7			
Sist. Terciário + Envio p/ETE			9			
Sist. Primário + Lançamento			3			
Sist. Secundário + Lançamento			6			
Sist. Terciário + Lançamento			8			
Recirc. + Envio p/ETE			5			
Recirc. + Primário + Envio p/ETE			6			
Recirc.+ Secun. + Envio p/ETE			7			
Envio para ETE			5			
Inexistente / Recirculação	1					
42	Técnica de tratamento de biogás	Não foi constatada queima	1		-	
		Queima pontual direta no dreno	6			
		Queima concentrada	8			
		Queima e recuperação energética	9			
		Comerci. (gás / vapor / energia)	10			
SUB-TOTAL POSSÍVEL			169	0	0%	
SUB-TOTAL OBTIDO						
ANÁLISE DE PERFORMANCE						

Quadro 56: Pesos definidos após a técnica Delphi para os Indicadores técnico-ambientais, subgrupo infraestrutura implantada.

CONDIÇÕES OPERACIONAIS						
SUB-ITEM		AValiação	PESO	PONTUAÇÃO	COMPROVAÇÃO	
Características operacionais	43	Procedimento de lógica operacional definida e em andamento	Sim / Integralmente	7		-
			Sim / Parcialmente	4		
			Não	1		
	44	Aspecto geral	Bom	9		-
			Ruim	1		
	45	Compactação dos taludes e bermas	Adequado	9		-
			Inadequado	1		
	46	Ocorrência de queima espontânea	Sim	2		-
			Não	6		
	47	Rotina de recobrimento diário dos resíduos (Deve ser realizada após o término de cada jornada de trabalho, solo ou geomembrana)	Suficiente	9		-
			Insuficiente	5		
			Inexistente	0		
	48	Recobrimento intermediário de platôs, bermas e taludes (Este recobrimento deve ser executado exclusivamente em solo, com camada de espessura mínima de 20 cm e compactação).	Suficiente	10		-
			Insuficiente	5		
			Inexistente	0		
	49	Presença de vetores aéreos (Urubus, garças ou outras aves)	Sim	3		-
			Não	7		
	50	Presença de moscas (Em grandes quantidades)	Sim	3		-
Não			7			
51	Presença de catadores de materiais recicláveis na frente de operações	Sim	2		-	
		Não	8			
52	Presença de animais (Cachorros, porcos, bois e cavalos)	Sim	2		-	
		Não	7			
53	Ponto de lançamento do chorume tratado	Adequado / Inexistente (Reuso)	8		-	
		Inadequado	1			
54	Traçado dos acessos internos à frente de trabalho	Bom	8		-	
		Ruim	1			
55	Manutenção da trafegabilidade dos acessos internos de maneira a permitir sua utilização sob quaisquer condições climáticas	Adequada	9		-	
		Regulares	5			
		Inadequada	1			
56	Eficiência do sistema de drenagem e queima de gases	Adequado	8		-	
		Inadequado	0			
57	Recebimento de resíduos não autorizados pelo licenciamento ambiental	Sim	3		-	
		Não	6			
58	Monitoramento de vetores ativo e em atendimento às exigências do órgão ambiental licenciador	Sim	9		-	
		Parcialmente	5			
		Não	1			
59	Monitoramento de biogás ativo e em atendimento às exigências do órgão ambiental licenciador	Sim	7		-	
		Parcialmente	4			
		Não	0			
60	Monitoramento geotécnico ativo e em atendimento às exigências do órgão ambiental licenciador	Sim	10		-	
		Parcialmente	4			
		Não	1			
61	Monitoramento de lixiviado bruto ativo e em atendimento às exigências do órgão ambiental licenciador	Sim	10		-	
		Parcialmente	4			
		Não	0			
62	Monitoramento de águas subterrâneas ativo e em atendimento às exigências do órgão ambiental licenciador	Sim	10		-	
		Parcialmente	4			
		Não	0			
63	Monitoramento de águas superficiais ativo e em atendimento às exigências do órgão ambiental licenciador	Sim	10		-	
		Parcialmente	4			
		Não	0			
64	Funcionamento do sistema de drenagem pluvial definitivo	Adequado	10		-	
		Deficiente	4			
		Inadequado	0			
65	Funcionamento do sistema de drenagem pluvial provisório	Adequado	10		-	
		Deficiente / Sem manutenção	4			
		Inadequado / inexistente	0			
66	Funcionamento do sistema de drenagem de lixiviado	Adequado	9		-	
		Deficiente	3			
		Inadequado	0			
67	Funcionamento do sistema de tratamento de chorume (Deve ser verificado o atendimento aos padrões da Resolução CONAMA Nº 430/12)	Adequado	10		-	
		Deficiente	5			
		Inadequado / Inexistente	0			
68	Disponibilidade de sistema de comunicação interna e externa entre funcionários do aterro	Sim	7		-	
		Insuficiente	3			
		Não	0			
69	Disponibilidade de equipamentos de atendimento à emergência	Sim	9		-	
		Insuficiente	4			
		Não	0			

Continua na próxima página

Continuação do quadro 57

Documentos básicos e diretrizes operacionais	70	Existência de P. de Atendimento à Emergências disponível em aterro	Sim	9		-
			Não	0		
	71	Existência de P. de Amostragem a Análise de resíduos, para monitoramento da qualidade	Sim	5		-
			Não	0		
	72	Existência de Licença de Operação para todas as unidades do aterro	Sim	10		-
			Não	0		
	73	Existência de Outorga de Lançamento para o Efluente Tratado na ETC	Sim	10		-
			Não	0		
	74	Existência de P. Avanço definido em projeto e disponível no aterro	Sim	9		-
			Não	1		
	75	Existência de P. de Encerramento em projeto e disponível no aterro	Sim	9		-
			Não	1		
76	Existência de P. de Inspeção e Manut. do maquinário disponível no aterro	Sim	7		-	
		Não	1			
77	Existência de registros de treinamentos realizados, a menos de 6 meses	Sim	9		-	
		Parcialmente	5			
		Não	1			
78	Existência de banco de dados contendo os registros operacionais do aterro, especificando dia e hora do recebimento [...] e a tipologia do resíduo disposto classificado conforme a Lei 12.305/10;	Sim	9		-	
		Parcialmente	4			
		Não	1			
SUB-TOTAL POSSÍVEL				306	0	0%
SUB-TOTAL OBTIDO						
ANÁLISE DE PERFORMANCE						

Quadro 57: Pesos definidos após a técnica Delphi para os indicadores técnico-ambientais, subgrupo condições operacionais.

INDICADORES ECONÔMICOS						
SUB-ÍTEM			AVALIAÇÃO	PESO	PONTUAÇÃO	COMPROV.
Avaliação da Disponibilidade de EMO	79	Trator Esteira D6K 13,4t 125HP*	Adequada	10		
			Deficiente	5		
			Inexistente	0		
	80	Escavadeira 90HP*	Adequada / Desnecessário	9		
			Deficiente	5		
			Inexistente	0		
	81	Caminhão Tanque*	Adequada / Desnecessário	9		
			Deficiente	5		
			Inexistente	0		
	82	Compactador de solo 130HP*	Adequada / Desnecessário	7		
			Deficiente	3		
			Inexistente	0		
83	Moto nivelador 125HP*	Adequada / Desnecessário	5			
		Deficiente	3			
		Inexistente	0			
84	Carregadeira de rodas 128HP (Equipamento Opcional)	Adequada / Desnecessário	4			
		Deficiente	2			
		Inexistente	0			
85	Disponibilidade de Lâmina Raspadora (Equipamento Opcional)	Adequada / Desnecessário	4			
		Deficiente	2			
		Inexistente	0			
86	CMO Praticado em função do Porte (Adequado: CMO Praticado = CMO Estimado \pm 10% / Limitrofe: CMO Praticado = CMO Estimado \pm 20% / Inadequado: CMO Praticado = CMO Estimado \pm 30%)	Adequada	5			
		Limitrofe	3			
		Inadequado	0			
Inadimplência	87	A gestora do aterro registrou entre 5% e 25% de inadimplência nos valores a serem pagos no último semestre?*	Não	0		
			Sim	-12		
	88	A gestora do aterro registrou entre 25% e 50% de inadimplência nos valores a serem pagos no último semestre?*	Não	0		
			Sim	-13		
	89	A gestora do aterro registrou entre 50% e 75% de inadimplência nos valores a serem pagos no último semestre?*	Não	0		
Sim			-14			
90	A gestora do aterro registrou mais de 75% de inadimplência nos valores a serem pagos no último semestre?*	Não	0			
SUB-TOTAL POSSÍVEL				53		
SUB-TOTAL OBTIDO						0%
ANÁLISE DE PERFORMANCE						

*A avaliação deve ser procedida em função do referencial de Equipamentos Mínimos Obrigatórios - EMO em função do porte do Aterro

**Analisar o indicador a partir da inadimplência de um ou mais geradores de RSU ou RCS que, juntos ou não, representaram o recebimento indicado

Quadro 58: Pesos definidos após a técnica Delphi para os indicadores econômicos.

INDICADOS SOCIAIS						
SUB-ÍTEM		AVALIAÇÃO	PESO	PONTUAÇÃO	COMPROV.	
Avaliação da percepção social dos impactos	91	Foi percebido cheiro de lixo nas redondezas do aterro?*	Não houve relatos	10		
		Menos de 10% dos entrevistados	8			
		Menos de 25% dos entrevistados	6			
		Menos de 50% dos entrevistados	4			
		Mais de 50% dos entrevistados	1			
	92	Foi percebido barulho de caminhões transitando no entorno do aterro?*	Não houve relatos	9		
		Menos de 10% dos entrevistados	8			
		Menos de 25% dos entrevistados	6			
		Menos de 50% dos entrevistados	4			
		Mais de 50% dos entrevistados	1			
	93	Foi percebida fumaça oriunda de caminhões transitando no entorno do aterro?*	Não houve relatos	9		
		Menos de 10% dos entrevistados	8			
		Menos de 25% dos entrevistados	6			
		Menos de 50% dos entrevistados	4			
		Mais de 50% dos entrevistados	1			
	94	Foi constatada a presença de resíduos volantes oriundos dos caminhões?*	Não houve relatos	10		
		Menos de 10% dos entrevistados	8			
		Menos de 25% dos entrevistados	6			
		Menos de 50% dos entrevistados	4			
		Mais de 50% dos entrevistados	1			
Avaliação da percepção social dos impactos ambientais negativos da atividade	95	Foi constatada fila de caminhões no acesso à balança do aterro?*	Não houve relatos	8		
		Menos de 10% dos entrevistados	7			
		Menos de 25% dos entrevistados	5			
		Menos de 50% dos entrevistados	4			
		Mais de 50% dos entrevistados	1			
	96	Foi constatado chorume oriundo dos caminhões no entorno do aterro?*	Não houve relatos	10		
		Menos de 10% dos entrevistados	8			
		Menos de 25% dos entrevistados	6			
		Menos de 50% dos entrevistados	4			
		Mais de 50% dos entrevistados	1			
	97	Foi percebido barulho do maquinário pesado da operação do aterro no entorno do aterro?*	Não houve relatos	8		
		Menos de 10% dos entrevistados	7			
		Menos de 25% dos entrevistados	5			
		Menos de 50% dos entrevistados	4			
		Mais de 50% dos entrevistados	1			
	98	Foi percebido o aumento de poeira e material particulado no interior das residências devido ao trânsito de caminhões no entorno do aterro?*	Não houve relatos	9		
		Menos de 10% dos entrevistados	8			
		Menos de 25% dos entrevistados	6			
		Menos de 50% dos entrevistados	4			
		Mais de 50% dos entrevistados	1			
99	Foi constatada a proliferação de ratos e outros vetores terrestres após a instalação do aterro?*	Não houve relatos	10			
	Menos de 10% dos entrevistados	8				
	Menos de 25% dos entrevistados	6				
	Menos de 50% dos entrevistados	4				
	Mais de 50% dos entrevistados	1				
##	Foi constatada alteração de odor/sabor característico na água de poço após a instalação do aterro?*	Não houve relatos	10			
	Menos de 10% dos entrevistados	8				
	Menos de 25% dos entrevistados	6				
	Menos de 50% dos entrevistados	3				
	Mais de 50% dos entrevistados	1				
##	Foi constatada a proliferação de moscas e outros vetores aéreos após a instalação do aterro?*	Não houve relatos	9			
	Menos de 10% dos entrevistados	7				
	Menos de 25% dos entrevistados	5				
	Menos de 50% dos entrevistados	3				
	Mais de 50% dos entrevistados	1				
##	Quantos entrevistados afirmaram haver, ao menos, 3 benefícios em função das operações normais do aterro?*	Não houve relatos	1			
	Menos de 10% dos entrevistados	4				
	Menos de 25% dos entrevistados	6				
	Menos de 50% dos entrevistados	8				
	Mais de 50% dos entrevistados	10				
##	Quanto à duração dos impactos constatados, quantos foram considerados constantes?*	Nenhum	6			
	Menos de 10% dos entrevistados	4				
	Menos de 25% dos entrevistados	3				
	Menos de 50% dos entrevistados	2				
	Mais de 50% dos entrevistados	0				
##	Quanto à frequência dos impactos constatados, quantos foram considerados diários?*	Nenhum	6			
	Menos de 10% dos entrevistados	4				
	Menos de 25% dos entrevistados	3				
	Menos de 50% dos entrevistados	2				
	Mais de 50% dos entrevistados	0				
##	Quantos entrevistados afirmaram haver, ao menos, 3 prejuízos ao bem-estar em função das operações normais do aterro?*	Nenhum	10			
	Menos de 10% dos entrevistados	8				
	Menos de 25% dos entrevistados	6				
	Menos de 50% dos entrevistados	4				
	Mais de 50% dos entrevistados	1				
SUB-TOTAL POSSÍVEL			133			
SUB-TOTAL OBTIDO					0%	
ANÁLISE DE PERFORMANCE						

*A avaliação deve ser procedida após o processamento de todas as entrevistas)

INDICADORES SOCIAIS						
SUB-ÍTEM		PERCEPÇÃO E A. RISCO	PESO	PONTUAÇÃO	COMPROV.	
Avaliação da percepção social dos impactos ambientais negativos da atividade	91	Foi percebido cheiro de lixo nas redondezas do aterro ?	Risco Marginal	13		-
			Risco Reduzido	9		
			Risco Significativo	7		
			Risco Crítico	4		
			Risco Catastrófico	0		
	92	Foi percebido barulho de caminhões transitando no entorno do aterro?	Risco Marginal	13		-
			Risco Reduzido	9		
			Risco Significativo	7		
			Risco Crítico	5		
			Risco Catastrófico	0		
	93	Foi percebida fumaça oriunda de caminhões transitando no entorno do aterro?	Risco Marginal	13		-
			Risco Reduzido	9		
		Risco Significativo	7			
		Risco Crítico	5			
		Risco Catastrófico	0			
94	Foi constatada a presença de resíduos volantes oriundos dos caminhões?	Risco Marginal	12		-	
		Risco Reduzido	10			
		Risco Significativo	7			
		Risco Crítico	4			
		Risco Catastrófico	0			
95	Foi constatada fila de caminhões no acesso à balança do aterro?	Risco Marginal	12		-	
		Risco Reduzido	9			
		Risco Significativo	7			
		Risco Crítico	4			
		Risco Catastrófico	0			
96	Foi constatado chorume oriundo dos caminhões no entorno do aterro?	Risco Marginal	12		-	
		Risco Reduzido	10			
		Risco Significativo	7			
		Risco Crítico	5			
		Risco Catastrófico	0			
97	Foi percebido barulho do maquinário pesado da operação do aterro no entorno do aterro?	Risco Marginal	12		-	
		Risco Reduzido	9			
		Risco Significativo	7			
		Risco Crítico	5			
		Risco Catastrófico	0			
98	Foi percebido o aumento de poeira e material particulado no interior das residências devido ao trânsito de caminhões no entorno do aterro?	Risco Marginal	12		-	
		Risco Reduzido	9			
		Risco Significativo	7			
		Risco Crítico	5			
		Risco Catastrófico	0			
99	Foi constatada a proliferação de ratos e outros vetores terrestres após a instalação do aterro?	Risco Marginal	12		-	
		Risco Reduzido	9			
		Risco Significativo	7			
		Risco Crítico	5			
		Risco Catastrófico	0			
##	Foi constatada alteração de odor/sabor característico na água de poço após a instalação do aterro?	Risco Marginal	11		-	
		Risco Reduzido	9			
		Risco Significativo	7			
		Risco Crítico	4			
		Risco Catastrófico	0			
##	Foi constatada a proliferação de moscas e outros vetores aéreos após a instalação do aterro?	Risco Marginal	11		-	
		Risco Reduzido	9			
		Risco Significativo	6			
		Risco Crítico	4			
		Risco Catastrófico	0			
SUB-TOTAL POSSÍVEL			133	0	0%	
SUB-TOTAL OBTIDO						
ANÁLISE DE PERFORMANCE						

Quadro 60: Pesos definidos após a técnica Delphi para os indicadores socioambientais – Técnica 2

Desta forma consolidaram-se as informações relativas às pontuações máximas por área e grupo de indicadores no quadro 61:

Grupo de Indicadores	Subgrupos	Pontuação Máxima por área
Indicadores Técnicos-Ambientais	Características Locacionais	162
	Infraestrutura Implantada	169
	Condições Operacionais	304
Indicadores Econômicos	Avaliação da Disponibilidade de EMO	53
	Análise de Inadimplência	-53
Indicadores Socioambientais	Avaliação da percepção social dos impactos	133
Pontuação Máxima Total		821

Quadro 61: Pontuação máxima por grupos e subgrupos de indicadores.

Com base nos critérios estabelecidos, verifica-se que o aterro sanitário com maior nível de sustentabilidade terá que alcançar a soma de 821 pontos na metodologia desenvolvida para o ISOAS. Os resultados gerais da técnica Delphi estão no ANEXO XI.

3.1.4. Obtenção do ISOAS:

A análise de eficiência dos diferentes grupos de indicadores propostos permite verificar o desempenho dos aterros sanitários em uma escala variável de 0% a 100%. Entretanto, deseja-se que o resultado da metodologia exprima o conceito de sustentabilidade “*Triple Botton Line*”, considerando os três grupos de indicadores de maneira simultânea e equitativa. Desta forma, através da realização de uma média aritmética dos resultados de eficiência de cada um dos grupos, pode-se atingir este objetivo e expressar, em um valor único, dentro de uma escala de 0% a 100%, o Índice de Sustentabilidade Operacional de Aterro Sanitário (ISOAS).

Entretanto, para que haja um bom controle estatístico do processo de avaliação destas atividades, permitindo o monitoramento de desempenho ao longo de múltiplas avaliações, ou até mesmo a comparação entre diversos aterros sanitários, fez-se necessário constituir uma escala de valoração da sustentabilidade no ISOAS. A métrica de valoração desenvolvida segue uma lógica meritocrata, baseada na concessão de estrelas, conforme detalhado na metodologia desta tese.

3.1.5. Consolidação de dados e criação dos *dashboards* operacionais:

Para a construção do *Dashboard* de resultados da metodologia ISOAS, arbitrou-se que nem todos os “dados” gerados durante a aplicação em campo são de

extrema significância para um tomador de decisão que utilizará a ferramenta gerencial em sua rotina profissional. Entende-se que o excesso de dados desorganizados não leva à compreensão dos fenômenos registrados, fazendo-se necessário selecionar dados específicos a fim de reproduzir informações que possam respaldar decisões. Desta forma, entende-se informação como a ordenação e a organização dos dados de forma a transmitir significado e compreensão dentro de um determinado contexto.

Para a organização das informações geradas pelo ISOAS, propôs-se a construção de um *dashboard* operacional dos aterros sanitários avaliados. O *dashboard* do ISOAS foi subdividido em quatro áreas: 1) Avaliação Geral; 2) Situação técnica-ambiental; 3) Situação Econômica e; 4) Situação socioambiental.

Na avaliação geral, considerou-se relevante a apresentação das seguintes informações:

- Resultado geral ISOAS e indicação da quantidade de estrelas obtidas;
- Gráfico em barras para avaliar desempenho obtido;
- Gráfico radar de avaliação da sustentabilidade;
- Gráfico em colunas analisando os diferentes custos (CMOE / CMOP);
- Gráfico radar de avaliação da percepção de incômodos à comunidade residente e domiciliada na área de influência direta do aterro;
- Indicação do preço médio praticado por tonelada;
- Indicação do recebimento médio diário declarado;
- Indicação do peso total estimado de resíduos disposto no aterro no último mês.

A figura 20 exemplifica a diagramação das informações do *Dashboard*:



Figura 20: *Dashboard* parcial com a avaliação geral da sustentabilidade operacional do aterro

Na situação técnica-ambiental, considerou-se relevante a apresentação das seguintes informações:

- Resultado geral do grupo de indicadores e a indicação da quantidade de estrelas obtidas;
- Gráfico em barras para avaliar desempenho obtido;
- Indicação de quantidade diária recebida de RSU;
- Indicação da quantidade diária recebida de RCS;
- Indicação da quantidade diária de lixiviado gerado;
- Resultado da subárea “Características locais do aterro” e a indicação da quantidade de estrelas obtidas nesta subárea;
- Resultado da subárea “Infraestrutura implantada do aterro” e a indicação da quantidade de estrelas obtidas nesta subárea;
- Resultado da subárea “Condições operacionais do aterro” e a indicação da quantidade de estrelas obtidas nesta subárea;
- Gráfico de radar técnico ambiental com a análise integrada de todos os subníveis das subáreas propostas;

A figura 21 exemplifica a diagramação das informações do *Dashboard*..

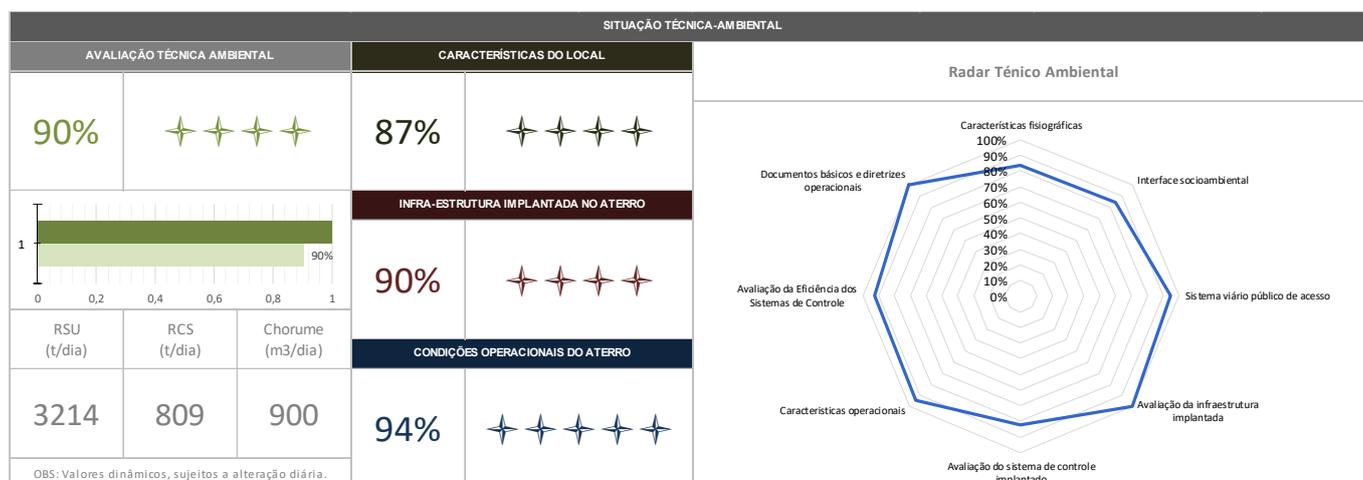


Figura 21: *Dashboard* parcial com a avaliação da situação técnica ambiental do aterro

Na situação econômica, considerou-se relevante a apresentação das seguintes informações:

- Resultado geral do grupo de indicadores e a indicação da quantidade de estrelas obtidas; gráfico em barras para avaliar desempenho obtido;
- Relação de custos com a indicação do custo médio praticado por tonelada disposta, custo por tonelada estimado com base nos pontos indicados na curva de tendência e custo por tonelada estimado com base na equação da curva.
- Gráfico de rosca com a indicação dos percentuais dos diferentes itens integrantes do custo médio operacional diário;
- Indicação da relação de principais clientes inadimplentes no último semestre;
- Gráfico em barra para análise dos custos e receitas diárias do aterro, confrontando o custo médio operacional praticado, o custo médio operacional estimado e a receita estimada;
- Gráfico em barra para análise dos custos e receitas semestrais do aterro, confrontando o custo médio operacional praticado, o custo médio operacional estimado, a receita estimada e a receita real (considerando a inadimplência no semestre);
- Indicação percentual da lucratividade das atividades em cenário estimado (considerando a receita estimada)
- Indicação percentual da lucratividade das atividades em cenário real (considerando a receita real)

A figura 22 exemplifica a diagramação dessas informações no *Dashboard*:

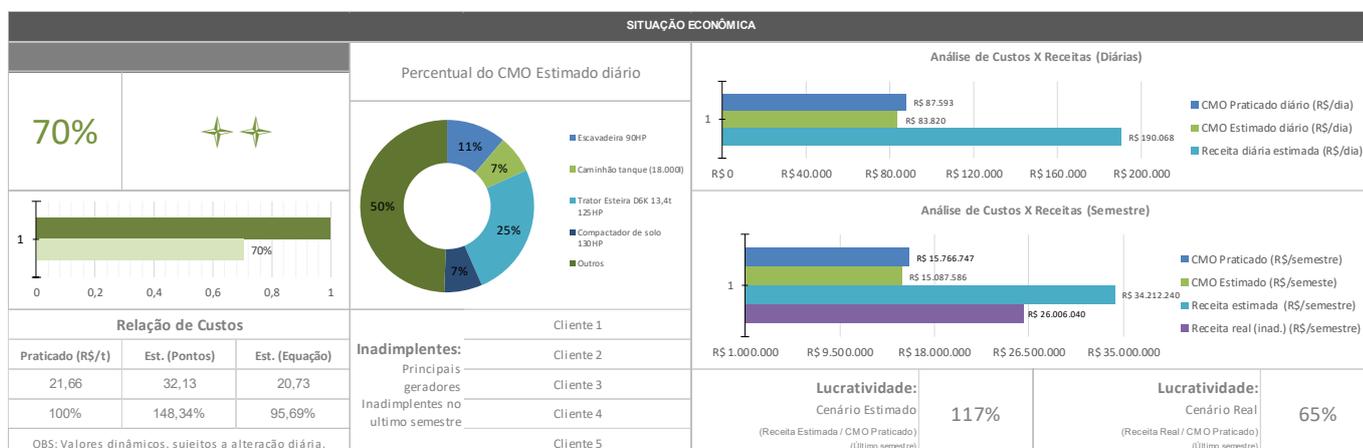


Figura 22: Dashboard parcial com a avaliação da situação econômica do aterro

Na técnica 1 para análise da situação socioambiental, considerou-se relevante a apresentação das seguintes informações:

- Resultado geral do grupo de indicadores e a indicação da quantidade de estrelas obtidas;
- Gráfico em barras para avaliar desempenho obtido;
- Indicação do número de entrevistados;
- Indicação do número de familiares representados;
- Indicação do percentual de percepção de incômodos pelos entrevistados;
- Indicação do percentual de percepção de benefícios pelos entrevistados;
- Indicação da quantidade total de impactos ambientais potenciais;
- Indicação da quantidade de impactos positivos percebidos;
- Indicação da quantidade de impactos negativos percebidos;
- Gráfico de pizza relacionando a tipologia e a quantidade de impactos ambientais positivos percebidos;
- Gráfico de pizza relacionando a tipologia e a quantidade de impactos ambientais negativos percebidos;
- Indicação do percentual de percepção de impactos possíveis (positivos e negativos);
- Indicação do percentual de percepção de impactos negativos possíveis;
- Indicação do percentual de percepção de impactos positivos possíveis.

A figura 23 exemplifica a diagramação dessas informações no *Dashboard*:

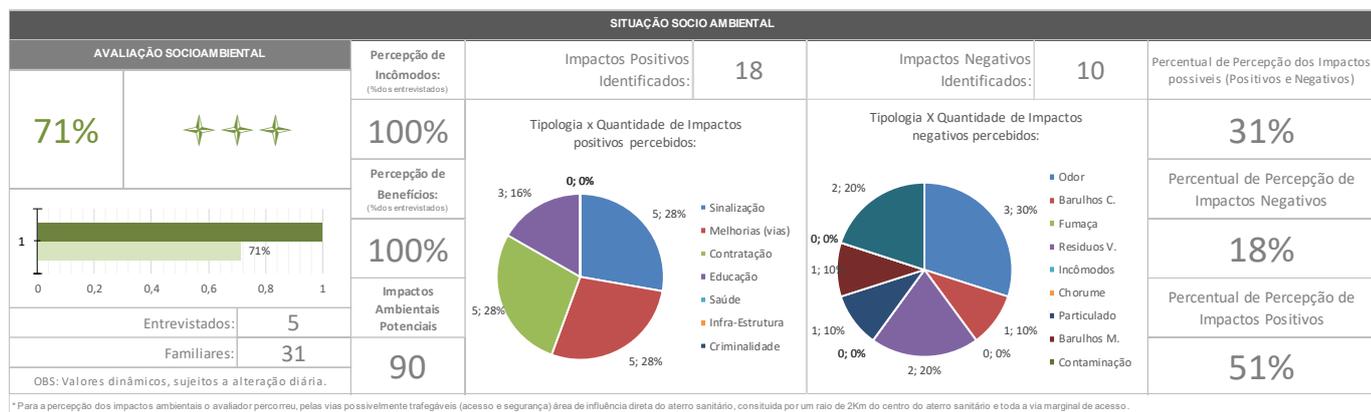


Figura 23: *Dashboard* parcial com a avaliação da situação socioambiental do aterro – Técnica 1

Na técnica 2 para análise da situação socioambiental, considerou-se relevante a apresentação das seguintes informações:

- Resultado geral do grupo de indicadores e a indicação da quantidade de estrelas obtidas;
- Gráfico em barras para avaliar desempenho obtido;
- Indicação da quantidade dos impactos ambientais potenciais;
- Indicação da quantidade dos impactos ambientais percebidos;
- Indicação da quantidade dos riscos ambientais avaliados;
- Gráfico de pizza relacionando a significância e a quantidade dos impactos identificados;
- Gráfico de pizza relacionando a significância e a quantidade dos riscos identificados;
- Indicação do percentual dos riscos frente aos impactos potenciais;
- Indicação do percentual dos impactos percebidos frente aos impactos potenciais;
- Indicação do percentual dos riscos frente aos impactos percebidos.

A figura 24 exemplifica a diagramação dessas informações no *Dashboard*.

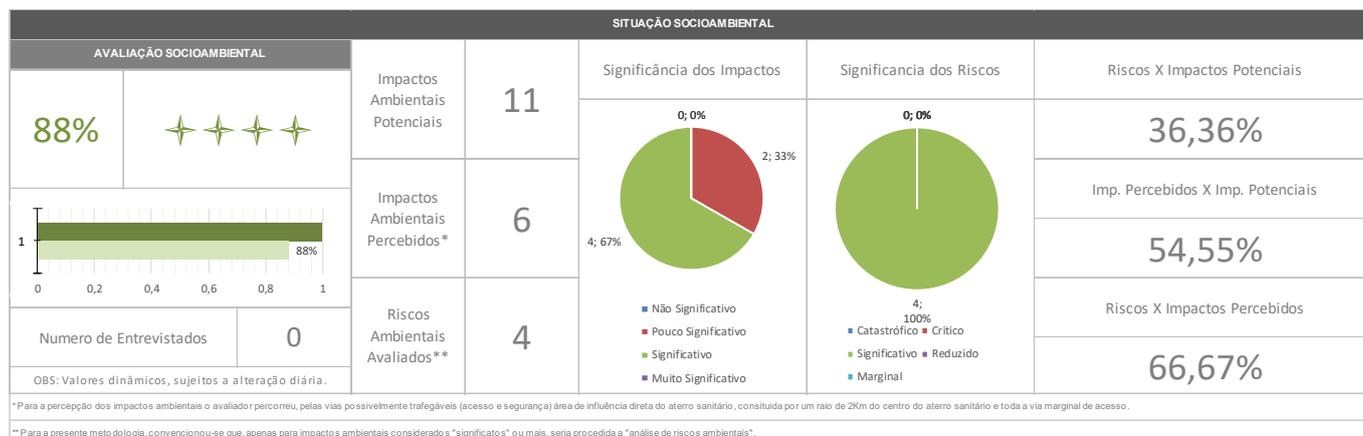


Figura 24: Dashboard parcial com a avaliação da situação socioambiental do aterro – Técnica 2

3.1.6. Impressões gerais sobre o manuseio da ferramenta ISOAS:

Inicialmente, o manuseio da ferramenta ISOAS foi dividido em cinco etapas distintas. Sugere-se que a primeira etapa ocorra no dia da visita de campo. Trata-se da realização da entrevista com os gestores técnicos e, se possível, com a alta direção das unidades. A partir da pesquisa de campo realizada, percebeu-se que as entrevistas tiveram uma duração média de 60 minutos. Como estratégia de otimização, todas as perguntas foram previamente enviadas aos gestores das unidades, desta forma, verificou-se que houve um planejamento e/ou, um levantamento de dados preliminares para a produção das respostas da forma mais célere e assertiva durante as entrevistas.

A segunda etapa, que também deve ser realizada no dia da visita para otimizar a presença do avaliador, é a entrevista com os representantes da população diretamente afetada pelo empreendimento. Tal ação foi previamente planejada com os gestores das unidades para viabilizar, em horários agendados, as entrevistas nas dependências dos próprios CTRs, em geral nos centros de educação ambiental das unidades. Notou-se que cada entrevista teve duração média de 15 minutos.

Verificou-se engajamento entre a população residente e domiciliada na área de entorno e os CTRs, denotando uma participação efetiva dos colaboradores dos empreendimentos em ações de sensibilização e/ou acolhimento junto à comunidade local. Em nenhum dos casos avaliados notou-se distanciamento ou até mesmo constrangimento na comunidade local em participar da pesquisa. Não foi relatada nenhuma dúvida ou desconhecimento de teor das questões suscitadas nas entrevistas.

Entretanto, notou-se que nesta etapa é necessário que o avaliador do ISOAS tenha sensibilidade e tato para realizar as perguntas de forma a não causar qualquer tipo de constrangimento aos entrevistados, em especial nas perguntas que tangenciam a identificação dos impactos ambientais negativos.

Notou-se que os entrevistados ficaram mais seguros e confortáveis em participar da pesquisa ao perceberem que não se trata de uma ação contratada pelo empreendimento, mas sim uma pesquisa externa ao mesmo, vinculada à uma instituição de ensino distinta, que, entretanto, o envolve. Percebeu-se que esta abordagem induziu os entrevistados a fazerem comentários relevantes sobre a possibilidade de melhoria dos procedimentos operacionais dos CTRs, bem como proferirem sugestões para o aumento da aceitação do empreendimento pelos demais moradores do entorno.

A terceira etapa foi a visita às unidades operacionais dos CTRs, tais como aterros sanitários, estações de tratamento de lixiviado, unidades de tratamento e queima de biogás, unidades de autoclavagem de resíduos de serviço de saúde, lagoas de acumulação de lixiviado bruto e tratado e etc., para verificação dos indicadores de desempenho que compõem os grupos técnico-ambientais, econômicos e socioambientais. Factualmente, nesta etapa é necessário que o avaliador tenha um olhar técnico, com experiência prévia neste tipo de segmento e treinado no uso da ferramenta ISOAS.

Percebeu-se que a fragilidade técnica e o desconhecimento das rotinas operacionais deste tipo de atividade podem induzir o avaliador à um alto nível de subjetividade, reduzindo a confiabilidade dos resultados, mesmo com a proposição das faixas de relevância para os indicadores. Verificou-se que é de grande relevância que o avaliador possua uma cópia dos indicadores à mão no momento da vistoria, seja em meio digital ou impresso, bem como uma máquina fotográfica para registrar evidências que comprovem a sua análise e consequentemente, a pontuação atribuída. A partir da pesquisa de campo realizada, percebeu-se que as vistorias de campo tiveram uma duração média de 90 minutos.

A quarta etapa do manuseio da ferramenta ISOAS, ainda no dia da visita, é a realização de uma reunião de fechamento. Momento oportuno para a checagem das avaliações dos indicadores, retirada de dúvidas com os gestores ou pelos gestores

das unidades e a produção de um *briefing*⁵ da avaliação do aterro, promovendo um *feedback*⁶ para o gestores e posterior encerramento da visita. Em média, esta etapa teve uma duração média de 30 minutos.

A quinta etapa do manuseio do ISOAS deve ocorrer em momento posterior à visita de campo. Trata-se da tabulação dos resultados, realização de pesquisa complementar e preenchimento da planilha eletrônica que compila a metodologia e gera o valor do ISOAS para o aterro.

Para o bom desenvolvimento desta etapa é fundamental que o avaliador tenha domínio da ferramenta ISOAS, seus grupos e subgrupos de indicadores, bem como seus critérios de relevância. Como a planilha eletrônica foi construída de maneira dinâmica, as avaliações individuais compõem, automaticamente os resultados no *dashboard* operacional do CTR.

O processo de preenchimento e geração dos resultados é relativamente ágil. Pelo constatado, caso já haja uma familiarização prévia do avaliador com a ferramenta, em aproximadamente 20 minutos é possível que o mesmo seja concluído. Entretanto, na metodologia, foi proposta uma coluna para inclusão de links para acesso aos documentos comprobatórios (fotos, pareceres, EIAs e etc.) da avaliação proferida, o que torna o processo moroso em função da grande quantidade de indicadores.

Entende-se que a aplicação da metodologia e a geração de resultados não apresenta um alto grau de complexidade para os avaliadores, entretanto é fundamental que o mesmo tenha formação e experiência neste segmento e tenha sido previamente treinado para o uso da ferramenta. A participação dos gestores e da alta direção dos CTRs é fundamental para a produção das informações necessárias à geração de resultados confiáveis pela ferramenta.

⁵ *Briefing* pode ser entendido como um conjunto de informações derivadas de uma ou várias ações, compartilhados com um ou vários stakeholders, através de reunião específica, com o fito de promover o alinhamento de informações e ações.

⁶ *Feedback* pode ser entendido como o retorno da informação.

4. RESULTADOS GERAIS: APLICAÇÃO DA METODOLOGIA ISOAS

A seguir serão apresentados os resultados gerais da aplicação da metodologia ISOAS nos aterros coparticipantes da pesquisa. Para tal, inicialmente, será apresentado um rol de informações gerais sobre os aterros e os resultados quanto às situações técnicas-ambientais, econômicas e socioambientais dos mesmos. Por fim, serão apresentados os resultados gerais do ISOAS e os *dashboards* operacionais produzidos para os aterros.

4.1. Quanto às informações gerais dos aterros:

Com base nos critérios propostos pela metodologia ISOAS e, com base no relato dos gestores das unidades, identificaram-se os quantitativos recebidos nos aterros sanitários avaliados, conforme mostrado no quadro 62.

Aterro	Recebimento Declarado					Geração lixiviado (m ³ /dia)	
	Recebimento Total médio (t/dia)	Recebimento por tipologia de resíduo (t/dia)					
		RSU	RSS Bruto	RSS Tratado	RCS		RCC
CTR Santa Rosa	9.500	9.025	0	0	475	0	1.250
CTR Nova Iguaçu	4.044	3.214	0	27	809	0	900
CTR São Gonçalo	1.650	1.498	22	0	130	0	270
CTR Dois Arcos	650	616	2	0	32	0	300
Total	15.844	14.352	24	27	1.446	0	2.720

Quadro 62: Recebimento de resíduos e geração de lixiviado nos aterros coparticipantes

Também foi possível confrontar as estimativas de geração de resíduos e de lixiviado a partir da população atendida pelos aterros sanitários, conforme mostram os quadros 63 e 64 respectivamente. Entre o recebimento diário estimado de RSU nos aterros e o recebimento declarado, identificamos um valor ligeiramente maior para o recebimento declarado, da ordem de 2%, conforme mostra o quadro 63.

Quanto à geração de lixiviado, mostrada no quadro 64, identificou-se que, juntos, os aterros declaram produzir um valor 13% maior do que o total estimado a partir da população.

Aterro	Municípios atendidos		População municipal (IBGE - 2018) (hab)	Taxa de Geração Per Capita (PERS-RJ) (Kg/hab.dia)	Estimativa de geração por município (t/dia)	Estimativa de recebimento de RSU no aterro	Recebimento declarado de RSU pelo aterro	Diferença (Declarado - Estimado)
CTR Santa Rosa	1	Rio de Janeiro	6.688.927	1,43	9565,2	9.842	9.025	-817
	2	Mangaratiba	36.456	0,65	23,7			
	3	Seropédica	86.743	0,75	45,5			
	4	Itaguaí	125.913	0,75	66,1			
	5	Magé	243.657	0,83	141,6			
CTR Nova Iguaçu	6	Nova Iguaçu	818.875	0,99	810,7	2.279	3.214	935
	7	Duque de Caxias	914.383	0,99	905,2			
	8	Mesquita	175.620	0,95	116,8			
	9	Belford Roxo	508.614	0,95	338,2			
	10	Nilópolis	162.269	0,95	107,9			
CTR São Gonçalo	11	São Gonçalo	1.077.687	0,99	1066,9	1.407	1.498	91
	12	Niterói (70%)	511.786	0,95	340,3			
CTR Dois Arcos	13	São Pedro da Aldeia	102.846	0,83	85,4	480	616	136
	14	Armação de Búzios	33.240	0,65	21,6			
	15	Arraial do Cabo	30.096	0,65	19,6			
	16	Cabo Frio	222.528	0,83	184,7			
	17	Casimiro de Abreu	43.295	0,65	28,1			
	18	Araruama	130.439	0,83	108,3			
	19	Iguaba Grande	27.762	0,65	18,0			
	20	Silva Jardim	21.773	0,65	14,2			
Total (t/dia)						14.008	14.353	

Quadro 63: Recebimento de resíduos nos aterros coparticipantes

Aterro	Municípios atendidos		População municipal (IBGE - 2018) (hab)	Estimativa de geração de lixo por município (m³/dia)	Estimativa de geração de lixo no aterro (m³/dia)	Geração declarada de lixo pelo aterro (m³/dia)	Diferença (Declarado - Estimado) (m³/dia)
CTR Santa Rosa	1	Rio de Janeiro	6.688.927	1337,8	1.436	1.250	-186
	2	Mangaratiba	36.456	7,3			
	3	Seropédica	86.743	17,3			
	4	Itaguaí	125.913	25,2			
	5	Magé	243.657	48,7			
CTR Nova Iguaçu	6	Nova Iguaçu	818.875	163,8	516	900	384
	7	Duque de Caxias	914.383	182,9			
	8	Mesquita	175.620	35,1			
	9	Belford Roxo	508.614	101,7			
	10	Nilópolis	162.269	32,5			
CTR São Gonçalo	11	São Gonçalo	1.077.687	215,5	318	270	-48
	12	Niterói (70%)	511.786	102,4			
CTR Dois Arcos	13	São Pedro da Aldeia	102.846	20,6	122	300	178
	14	Armação de Búzios	33.240	6,6			
	15	Arraial do Cabo	30.096	6,0			
	16	Cabo Frio	222.528	44,5			
	17	Casimiro de Abreu	43.295	8,7			
	18	Araruama	130.439	26,1			
	19	Iguaba Grande	27.762	5,6			
	20	Silva Jardim	21.773	4,4			
Total (t/dia)					2.393	2.720	

Quadro 64: Geração de lixo nos aterros coparticipantes

As figuras 25 e 26 apresentam o uso e cobertura de solo nas regiões atendidas pelos CTRs coparticipantes da pesquisa (Escala 1:900.000) e a imagem aérea das regiões (Escala 1:850.000) respectivamente.

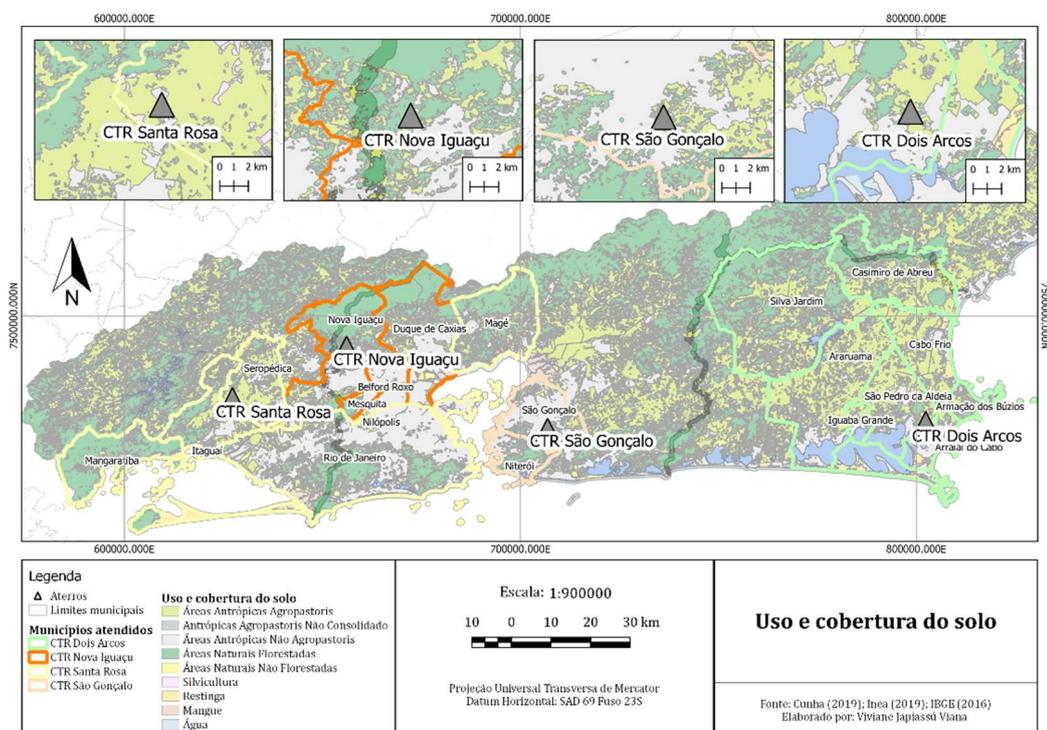


Figura 25: Representação espacial do uso e cobertura do solo na região atendida pelos CTRs

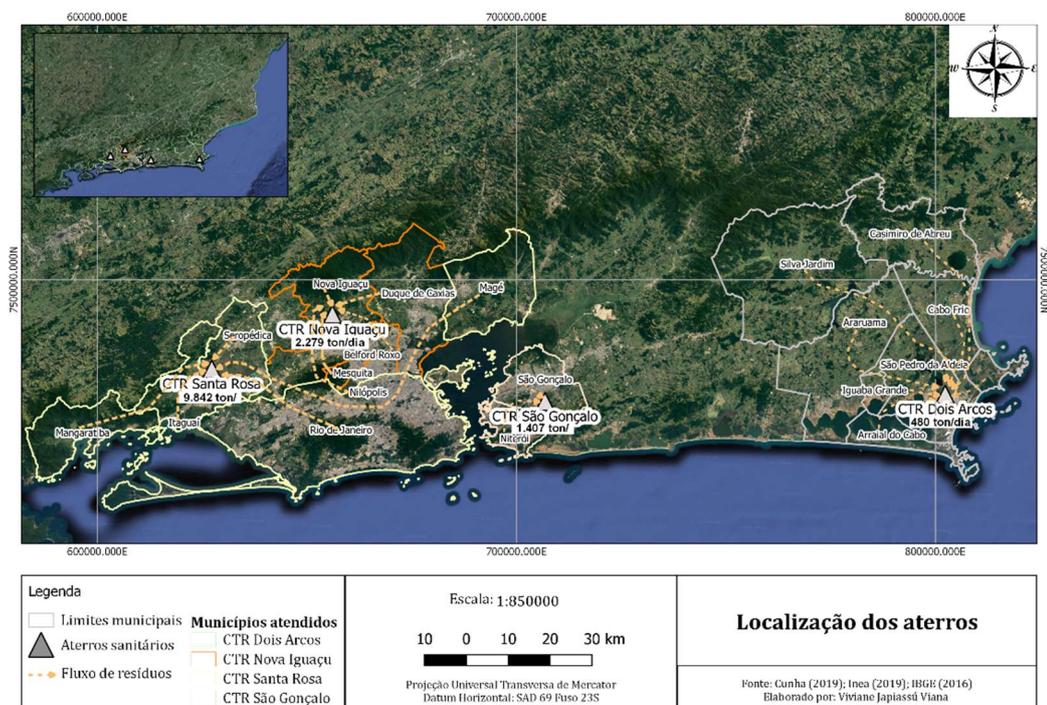


Figura 26: Imagem aérea da região atendida e da localização dos CTRs.

4.2. Quanto a situação técnica-ambiental dos aterros

Os resultados mostram que o aterro com o melhor desempenho técnico-ambiental foi o CTR Santa Rosa (92%), seguido do CTR Nova Iguaçu (91%), CTR São Gonçalo (88%) e CTR Dois Arcos (78%).

Quanto às características locacionais, o aterro com melhor desempenho foi o CTR Nova Iguaçu, com 87% de eficiência. O CTR Santa Rosa teve o segundo melhor desempenho, com 79% de eficiência, seguido dos CTR São Gonçalo, com 75% e do CTR Dois Arcos, com 74%. Quanto à infraestrutura implantada o CTR Santa Rosa possui grau máximo de eficiência, com 100% de aproveitamento. Os CTR de Nova Iguaçu e São Gonçalo apresentam a mesma eficiência, 90%, seguidos do CTR Dois Arcos, com 80%. Quanto às condições operacionais o CTR de São Gonçalo obteve grau máximo na avaliação, seguido do CTR Santa Rosa, com 98%, CTR Nova Iguaçu com 95% e do CTR Dois Arcos com 81%. A figura 27 apresenta os resultados consolidados neste grupo e seu subgrupo de indicadores:

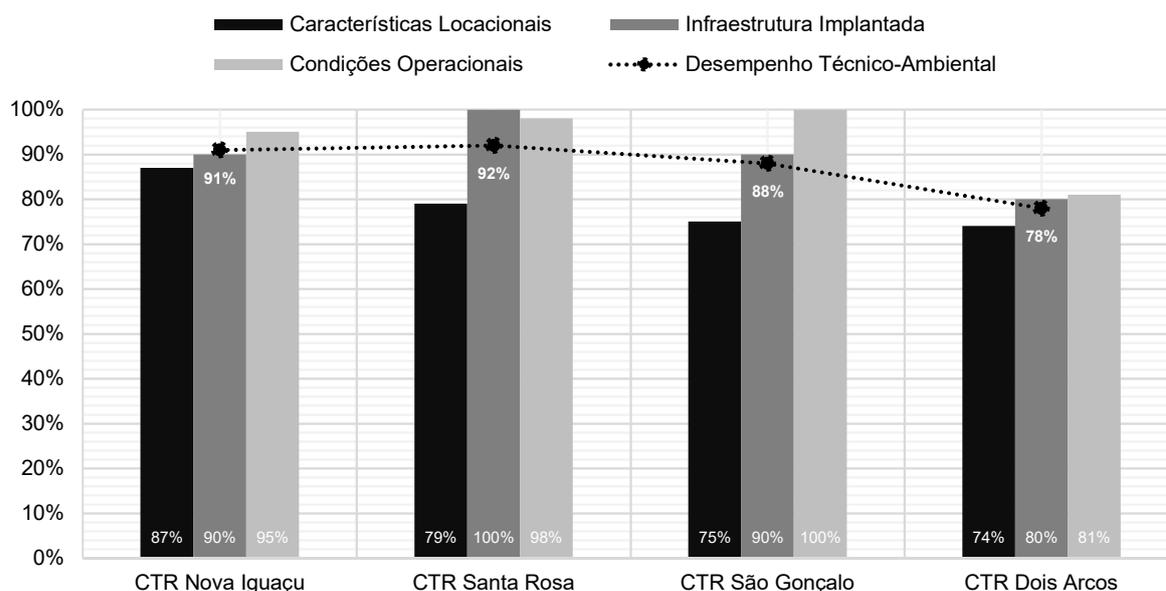


Figura 27: Resultado da avaliação dos indicadores técnico-ambientais por subgrupos

O detalhamento dos resultados por subáreas, nos subgrupos de indicadores produzidos para o ISOAS, teve como produto o quadro 65, que traz as informações de pontuação máxima, pontuação obtida e eficiência de cada uma das subáreas que compõem os subgrupos dos indicadores técnico-ambientais.

	Pontuação Máxima	CTR Nova Iguaçu		CTR Santa Rosa		CTR São Gonçalo		CTR Dois Arcos	
		Pontuação obtida	Eficiência Subárea						
Características Locacionais									
Características fisiográficas	72	60	84%	48	67%	53	74%	67	93%
Interface socioambiental	51	43	84%	39	77%	41	81%	39	77%
Sistema viário público de acesso	39	37	95%	39	100%	28	72%	14	36%
Infraestrutura Implantada									
Avaliação da infraestrutura implantada	72	72	100%	72	100%	72	100%	62	86%
Avaliação do sistema de controle implantado	97	80	82%	97	100%	79	81%	73	75%
Condições Operacionais									
Características operacionais	104	98	94%	98	94%	104	100%	85	81%
Avaliação da Efi. dos Sistemas de Controle	123	114	92%	123	100%	123	100%	103	83%
Documentos básicos e dire. operacionais	77	77	99%	77	99%	77	99%	61	79%

Quadro 65: Consolidação da análise de eficiência por subárea e subgrupos de indicadores

A figura 28 apresenta a representação espacial dos resultados obtidos para os indicadores técnico-ambientais dos CTRs coparticipantes.

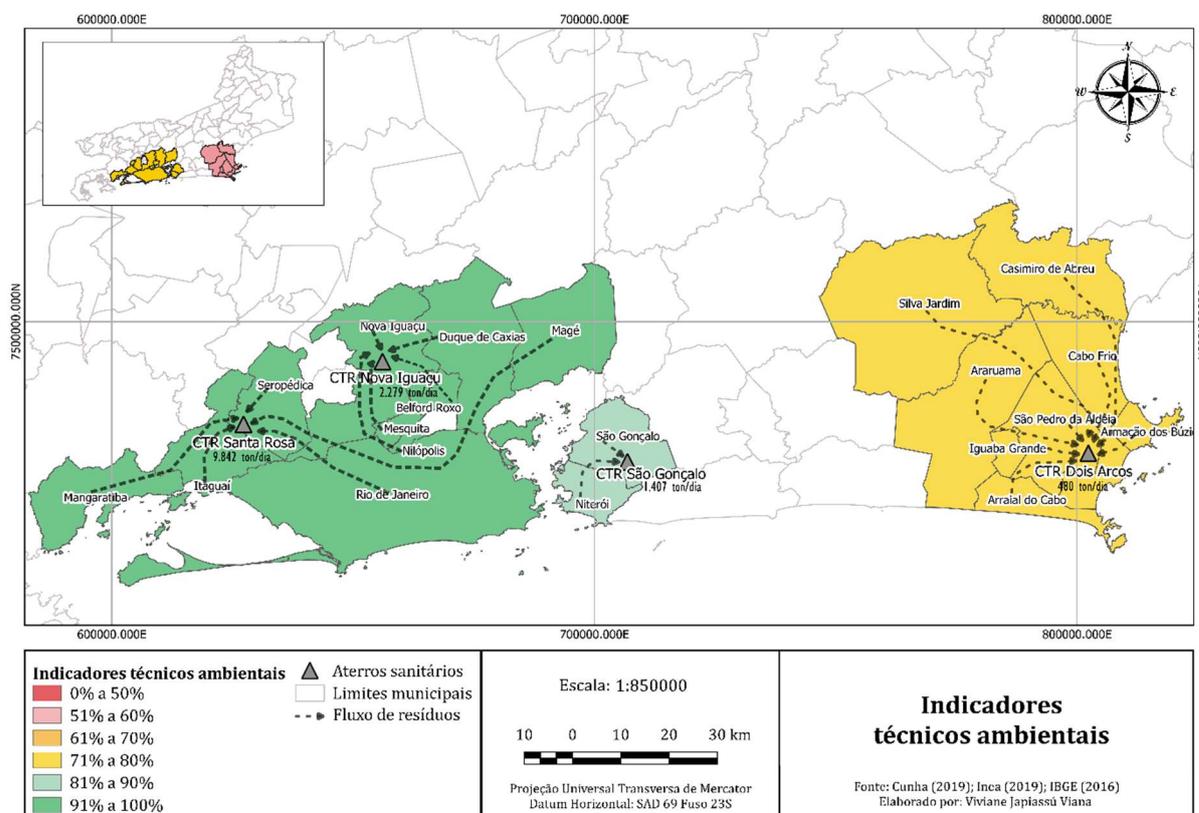


Figura 28: Representação espacial dos resultados dos indicadores técnico-ambientais

4.3. Quanto a situação econômica dos aterros

Os resultados quanto à situação econômica dos aterros sanitários avaliados mostram que o aterro com o melhor desempenho econômico foi o de São Gonçalo (80% de eficiência), seguido do CTR Nova Iguaçu (70%), CTR Santa Rosa (62%) e CTR Dois Arcos (11%). Como os EMOs são os principais norteadores dos custos operacionais de um aterro sanitário, haja vista que representam 50,56% dos custos operacionais médios, o quantitativo de EMOs dos aterros foi organizado no quadro 66:

Equipamentos Mínimos Obrigatórios (EMO)	CTR Santa Rosa		CTR Nova Iguaçu		CTR São Gonçalo		CTR Dois Arcos	
	9.500 t/dia		4044 t/dia		1650 t/dia		650 t/dia	
	E	D	E	D	E	D	E	D
Escavadeira - 90HP	5	6	3	7	2	4	2	1
Caminhão tanque (18.000l)	6	3	3	1	2	1	1	2
Trator Esteira D6K 13,4t 125HP	8	8	5	7	3	1	2	2
Compactador de solo 130HP	3	2	2	3	1	1	0	0
Moto nivelador 120k 125HP	1	1	0	1	0	0	0	0

* E = Estimado para o aterro / D = Disponibilizado no aterro

Quadro 66: Consolidação dos EMOs nos aterros sanitários alvo da pesquisa.

Quanto à disponibilização de Escavadeira (90 HP), ou similar, destaca-se que o CTR Santa Rosa utiliza em sua rotina operacional um equipamento a mais do que o quantitativo estimado para o porte do aterro. O CTR Nova Iguaçu quatro a mais, o CTR São Gonçalo dois a mais e o CTR Dois Arcos 1 a menos. Quanto à disponibilização de Caminhão Tanque (18.000 l), ou similar, o CTR Santa Rosa utiliza em sua rotina operacional três equipamentos a menos que o quantitativo estimado para o porte do aterro. O CTR Nova Iguaçu dois a menos, o CTR São Gonçalo um a menos e o CTR Dois Arcos 1 a mais.

Quanto à disponibilização de Trator Esteira D6K, 13,4 t (125 HP), ou similar, o CTR Santa Rosa utiliza em sua rotina operacional a quantidade recomendada, oito equipamentos. O CTR Nova Iguaçu dois a mais, o CTR São Gonçalo dois a menos e o CTR Dois Arcos a quantidade recomendada, dois equipamentos. Quanto à disponibilização de Compactador de Solo (130 HP), ou similar, o CTR Santa Rosa utiliza em sua rotina operacional um equipamento a menos. O CTR Nova Iguaçu um a mais, o CTR São Gonçalo e o CTR Dois Arcos, a quantidade estimada, um e nenhum equipamento respectivamente.

O equipamento Moto Niveladora 120K (125 HP), ou similar, somente era previsto para o CTR Santa Rosa, que disponibiliza um equipamento, conforme estimativa. Nenhum dos demais aterros careceria desta tipologia de equipamento, entretanto, o CTR Nova Iguaçu disponibiliza um equipamento em suas rotinas operacionais. A disponibilização dos equipamentos está diretamente vinculada aos CMOE e CMOP dos aterros sanitário e, conseqüentemente, nos Preços Médios Praticados (PMP) para viabilização econômica dos empreendimentos. A figura 29 apresenta a análise integrada dos CMOE, CMOP e PMP nos aterros sanitários consultados na pesquisa.

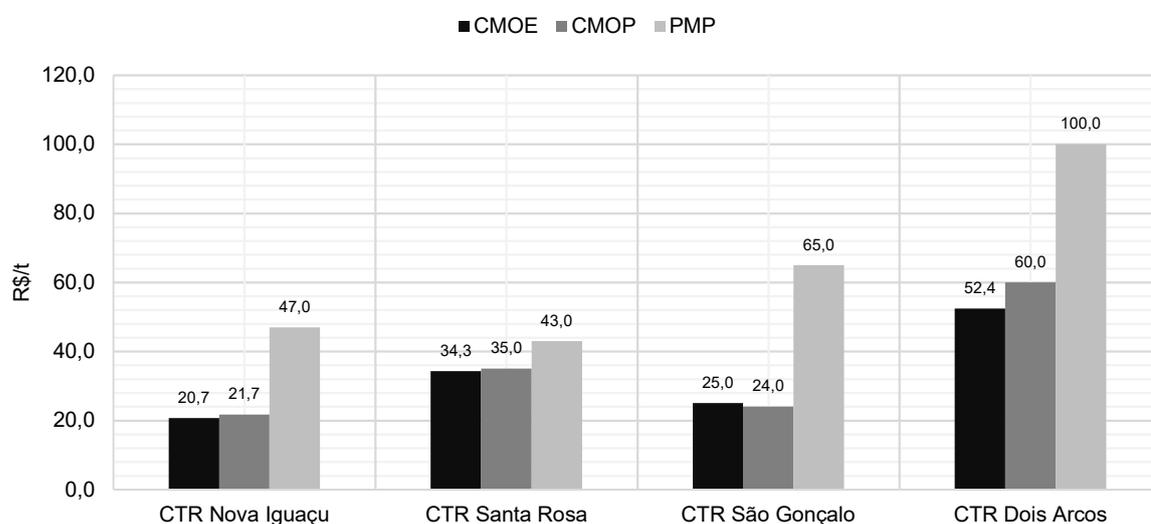


Figura 29: Análise integrada dos CMOE, CMOP e PMP nos aterros

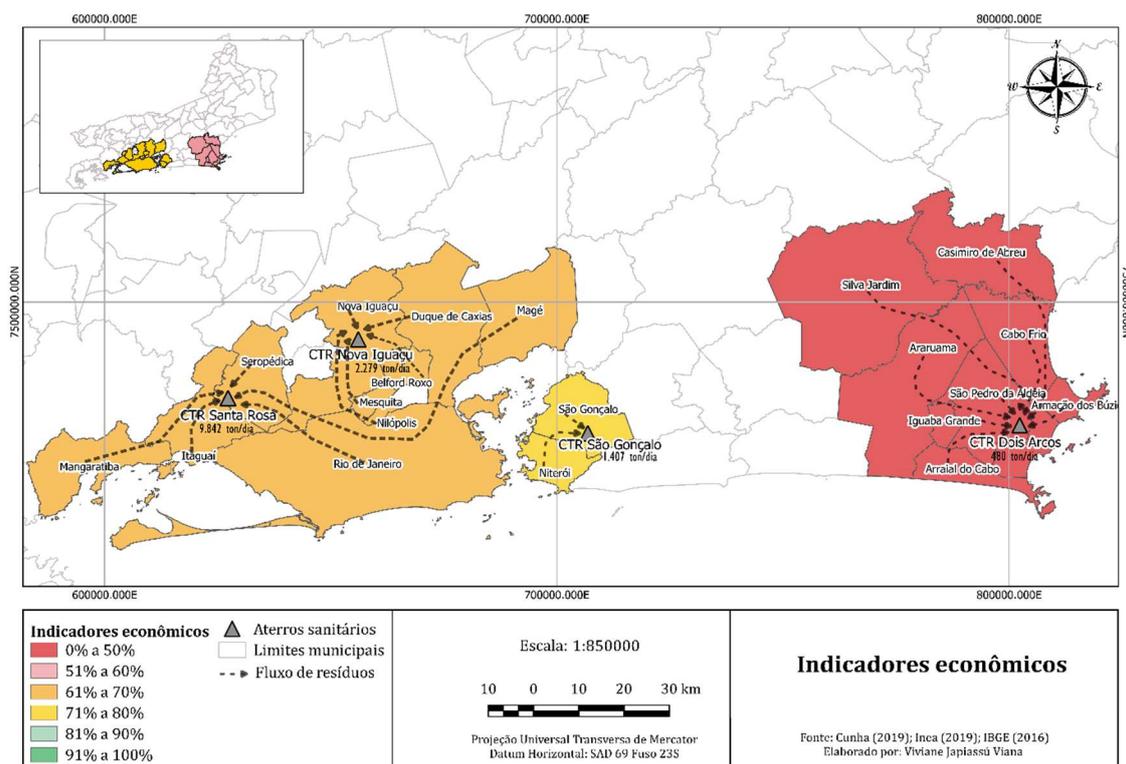


Figura 30: Representação espacial dos resultados dos indicadores econômicos

A diferença entre os CMOE e CMOP dos aterros é relativamente pequena sendo um pouco mais significativa no CTR Dois Arcos. Quanto aos valores de PMP, o valor maior do CTR Dois Arcos reflete, de certa forma, a influência da economia de escala nos aterros. Um fator de extrema relevância para o equilíbrio financeiro dos CTRs é a inadimplência, uma vez que sua análise possibilita verificar os efeitos na lucratividade, bem como na disponibilização dos EMOs do aterro, podendo, em ato contínuo, impactar a qualidade operacional dos CTRs.

O quadro 67 apresenta os resultados gerais da análise de inadimplência dos aterros participantes da pesquisa.

Aterro	Análise de Inadimplência	t/mês	t/semestre	PMP (R\$/t)	Receita Estimada no Semestre (R\$)	MI*	Tonagem disposta sem pagamento	Dívida estimada no semestre(R\$)	Receita Real no semestre(R\$)
CTR Nova Iguaçu	Cliente 1	12.600	75.600	47	3.553.200	6	75.600	3.553.200,0	0,0
	Cliente 2	25.800	154.800	47	7.275.600	3	77.400	3.637.800,0	3.637.800,0
	Cliente 3	3.600	21.600	47	1.015.200	4	14.400	676.800,0	338.400,0
	Cliente 4	1.200	7.200	47	338.400	3	3.600	169.200,0	169.200,0
	Cliente 5	1.800	10.800	47	507.600	2	3.600	169.200,0	338.400,0
CTR Santa Rosa	Cliente 1	270.000	1.620.000	43	69.660.000	1	270.000	11.610.000	58.050.000
	Cliente 2	3.000	18.000	43	774.000	4	12.000	516.000	258.000
	Cliente 3	9.480	56.880	43	2.445.840	2	18.960	815.280	1.630.560
	Cliente 4	990	5.940	43	255.420	3	2.970	127.710	127.710
	Cliente 5	5.310	31.860	43	1.369.980	3	15.930	684.990	684.990

Continua na próxima página

Continuação do quadro 67

CTR São Gonçalo	Cliente 1	231	1.388	65	90.207	5	1.157	75.173	15.035
	Cliente 2	77	459	65	29.835	4	306	19.890	9.945
	Cliente 3	159	952	65	61.893	3	476	30.947	30.947
	Cliente 4	134	806	65	52.416	2	269	17.472	34.944
	Cliente 5	16	97	65	6.318	1	16	1.053	5.265
CTR Dois Arcos	Cliente 1	7.800	46.800	100	4.680.000	6	46.800	4.680.000	0
	Cliente 2	3.300	19.800	100	1.980.000	5	16.500	1.650.000	330.000
	Cliente 3	1.350	8.100	100	810.000	1	1.350	135.000	675.000
	Cliente 4	360	2.160	100	216.000	6	2.160	216.000	0
	Cliente 5	3.300	19.800	100	1.980.000	3	9.900	990.000	990.000

* PMP = Preço Médio Praticado / * MI = Quantidade de meses inadimplentes

Quadro 67: Análise de inadimplência nos CTRs participantes da pesquisa

A partir da análise de inadimplência é possível construir a análise financeira semestral dos aterros, confrontando os resultados obtidos nos CTR quanto à receita estimada, dívida estimada, receita real, CMOP, CMOE, lucro estimado e lucro real, bem como uma análise percentual de inadimplência (Dívida estimada / Receita estimada). O quadro 68 apresenta a análise integrada destas informações.

Análise Financeira Semestral				
	CTR Nova Iguaçu	CTR Santa Rosa	CTR São Gonçalo	CTR Dois Arcos
Receita Estimada	R\$34.212.240,0	R\$73.530.000,0	R\$19.305.000,0	R\$11.700.000,0
Dívida Estimada	R\$8.206.200,0	R\$13.753.980,0	R\$144.534,0	R\$7.671.000,0
Receita real	R\$26.006.040,0	R\$59.776.020,0	R\$19.160.466,0	R\$4.029.000,0
CMOP	R\$15.766.747,2	R\$59.850.000,0	R\$7.128.000,0	R\$7.020.000,0
CMOE	R\$15.087.586,2	R\$58.736.539,5	R\$7.567.180,2	R\$6.136.454,0
Lucro Estimado	R\$19.124.653,8	R\$14.793.460,5	R\$11.737.819,8	R\$5.563.546,0
Lucro Real	R\$10.239.292,8	-R\$73.980,0	R\$12.032.466,0	-R\$2.991.000,00
Inadimplência (Dívida estimada / Receita estimada)	23,99%	18,71%	0,75%	65,56%

Quadro 68: Análise de inadimplência nos CTRs participantes da pesquisa

Desta forma, após se considerar a influência da inadimplência, foi feita uma análise de lucratividade dos CTRs no último semestre. Analisou-se o percentual da “Lucratividade Estimada” a partir da divisão da “Receita Estimada” pelo CMOP. Analisou-se ainda o percentual da “Lucratividade Real” a partir da divisão da “Receita Real” pelo CMOP. Os resultados foram organizados no quadro 69:

Análise Lucratividade				
Critério / Aterro	CTR Nova Iguaçu	CTR Santa Rosa	CTR São Gonçalo	CTR Dois Arcos
Lucratividade Estimada (Receita estimada / CMOP)	117,0%	22,9%	170,8%	66,7%
Lucratividade Real (Receita Real / CMOP)	64,9%	-0,1%	168,8%	-42,6%

Quadro 69: Análise de lucratividade no semestre nos CTRs participantes da pesquisa

Identificou-se que o CTR com o maior percentual de lucratividade estimada foi o CTR São Gonçalo (170,8%), seguido dos CTRs de Nova Iguaçu (117,0%), Santa Rosa (22,9%) e Dois Arcos (66,7%). Quanto à lucratividade real, observou-se que o CTR com melhor desempenho também foi CTR São Gonçalo (168,8%), seguido dos CTRs de Nova Iguaçu (64,9%), Santa Rosa (-0,1%) e Dois Arcos (-42,6%). Cabe considerar que a análise percentual gera uma sensibilidade geral quanto a lucratividade dos negócios avaliados, entretanto, se esta análise for procedida a partir de valores absolutos, o cenário pode ser alterado, conforme observado no quadro 68.

Outra ponderação importante é que a pesquisa considerou autênticas todas as informações prestadas pelos gestores dos CTRs. Todos os valores de tonelagem disposta, CMOP e PMP foram obtidos em reuniões e entrevistas prévias às visitas de campo. Nenhum dos valores foi questionado ou distorcido. A figura 30 apresenta a representação espacial dos resultados obtidos para os indicadores econômicos dos CTRs coparticipantes.

4.4. Quanto situação socioambiental dos aterros:

Os resultados quanto à situação socioambiental dos aterros sanitários avaliados mostram que o de melhor desempenho foi o de CTR Dois Arcos (88% de eficiência), seguido dos CTRs de Santa Rosa (77%) e de Nova Iguaçu (77%) e, por último o CTR São Gonçalo (53%). O quadro 70 consolida as informações relativas ao número de entrevistados e de familiares residentes e domiciliados na área de influência direta do empreendimento.

Critério / Aterro	CTR Nova Iguaçu	CTR Santa Rosa	CTR São Gonçalo	CTR Dois Arcos*	Total
Entrevistados	5	5	5	–	15
Familiares	31	19	27	–	77
Total	36	24	32	–	92

* Não foi possível realizar entrevistas com a população residente e domiciliada na área de influência direta do empreendimento. Adotou-se a metodologia alternativa apresentada no item 3.

Quadro 70: Controle de entrevistados totais nas pesquisas de campo.

Cabe destacar que as entrevistas foram realizadas nas dependências dos CTRs. As equipes gestoras convidaram residentes e domiciliados nas proximidades da AID a participar da pesquisa, tendo sido solicitado pelo pesquisador um quantitativo mínimo de cinco participantes. Para verificar se as residências dos entrevistados estavam nos limites da AID, delimitou-se o perímetro do aterro e traçou-se uma linha

reta com origem nas residências indicadas e fim no perímetro traçado definindo-se assim as distâncias através dos recursos do software Google Earth.

4.4.1. Dados sobre a pesquisa social no CTR Nova Iguaçu:

As 5 pessoas entrevistadas residentes na área de influência do aterro de Nova Iguaçu têm a seguinte escolaridade: 1 NI (ensino superior completo), 2 NI e 3 NI (ensino fundamental incompleto), 4 NI (ensino superior incompleto), 5 NI (ensino médio completo). A figura 31 mostra a localização da residência dos participantes da pesquisa socioambiental.

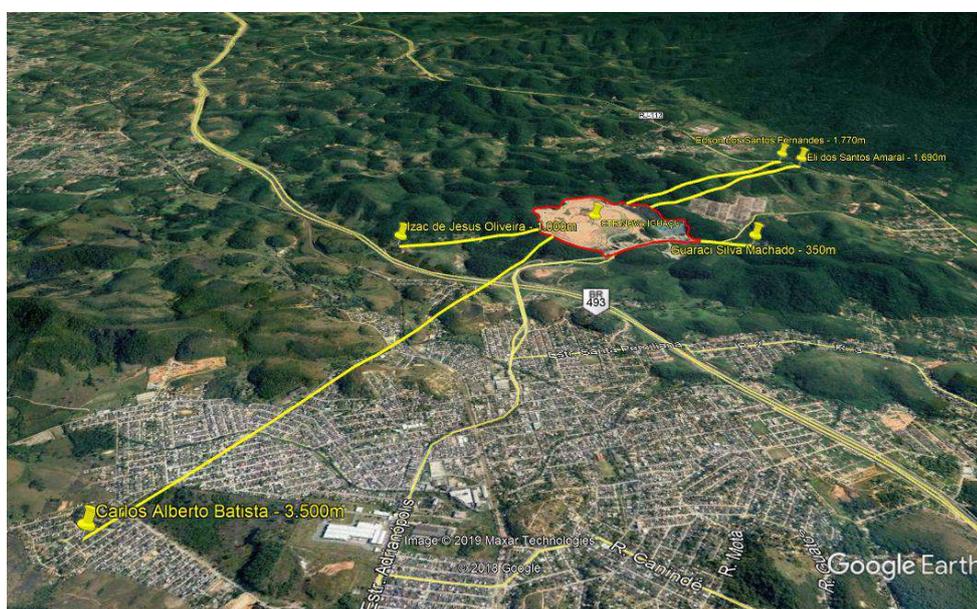


Figura 31: Localização das residências dos participantes da pesquisa social no CTR Nova Iguaçu
Fonte: Software Google Earth (2019)

4.4.2. Dados sobre a pesquisa social no CTR Santa Rosa:

As 5 pessoas entrevistadas residentes na área de influência do aterro de Nova Iguaçu têm a seguinte escolaridade: 1 SR (ensino médio incompleto), 2 SR e 3 SR (ensino médio completo), 4 SR e 5 SR (ensino superior incompleto). A imagem 32 mostra a localização da residência dos participantes da pesquisa socioambiental.



Figura 32: Localização das residências dos participantes da pesquisa social no CTR Santa Rosa
Fonte: Software Google Earth (2019)

4.4.3. Dados sobre a pesquisa social no CTR São Gonçalo:

As 5 pessoas entrevistadas residentes na área de influência do aterro de São Gonçalo têm a seguinte escolaridade: 1 SG, 2 SG, 3 SG (ensino médio incompleto) e 4 SG e 5 SG (ensino fundamental completo). A imagem 33 mostra a localização da residência dos participantes da pesquisa socioambiental.

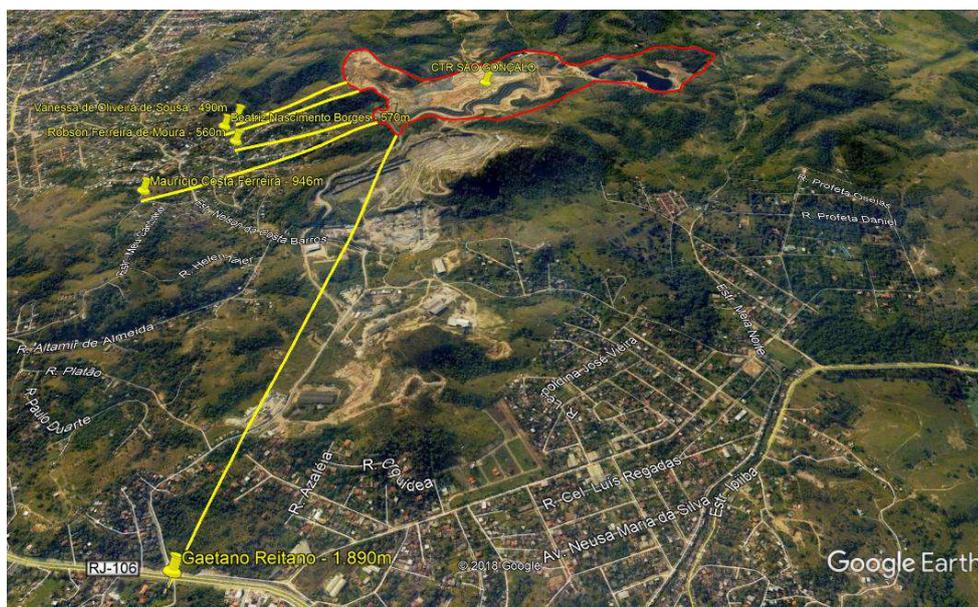


Figura 33: Localização das residências dos participantes da pesquisa social no CTR São Gonçalo
Fonte: Software Google Earth (2019)

4.4.4. Dados sobre a pesquisa social no CTR Dois Arcos:

Não foi possível realizar entrevistas com residentes e domiciliados no entorno do CTR Dois Arcos. Desta forma, procedeu-se com a técnica 2 de avaliação de percepção de impactos ambientais através de uma análise de riscos. Definiu-se raios de 500m, 1.000m, 1.500m, 2.000m, 2.500m e 3.000m do centro do CTR para a identificação do trajeto a ser percorrido para a realização da análise de risco. A partir destes raios, definiu-se quatro trechos a serem percorridos.

O trecho 1 se inicia na junção da antiga estrada São Pedro da Aldeia – Cabo Frio com a Rua dos Passageiros e termina na junção da Estrada do Alecrim com a Estrada Boa Vista, perfazendo aproximadamente 1.700 metros. O trecho 2 se inicia na junção da Estrada da Boa Vista com a Estrada do Alecrim e termina na junção da Estrada da Boa Vista com a Estrada do Morro do Milagre, perfazendo 3.100 metros. O trecho 3 tem início na junção a Estrada Boa Vista com a Estrada Feliciano Maurício e termina na junção da Estrada Feliciano Maurício com a antiga estrada São Pedro da Aldeia – Cabo Frio, perfazendo 2.870 metros. O trecho 4 teve início à junção da Estrada Feliciano Maurício com a Estrada Silva Jardim e fim na junção da Estrada Washington Luiz com a Rua dos Passageiros, perfazendo, aproximadamente 5.300 metros. Ao todo foram percorridos 12.970 metros em vias públicas que circulam o CTR Dois Arcos. Destaca-se apenas que o trecho 4 apresentou algumas particularidades em seu traçado em função de perpassar por algumas zonas com altos índices de criminalidade na região. Face ao exposto, o trecho teve seu traçado alterado para garantir a segurança do avaliador.

O processo de percepção de impactos e análise de riscos se deu de forma contínua em todos trechos avaliados. Utilizou-se um automóvel para percorrer toda a extensão, entretanto, com eventuais paradas quando da percepção de algum impacto e/ou risco possivelmente associado ao CTR. Entende-se que, em função da maior proximidade da atividade, o trecho 2 é o que apresenta maior significância e, conseqüentemente, propensão a percepção de impactos e à ocorrência de riscos ambientais significativos. A figura 34 mostra a localização da residência dos participantes da pesquisa socioambiental no CTR São Gonçalo. Utilizou-se a metodologia anteriormente descrita para a determinação das distâncias entre o perímetro do aterro e as residências indicadas.



Figura 34: Identificação dos trechos percorridos para avaliação dos riscos socioambientais da operação do CTR Dois Arcos
Fonte: Software Google Earth (2019)

4.4.5. Principais resultados acerca da percepção de impactos socioambientais:

Conforme a metodologia proposta, considerou-se a possibilidade de ocorrência de 11 impactos ambientais negativos distintos e 7 impactos positivos distintos. Para os casos onde houve a realização de entrevistas, multiplicou-se estes valores por 5, em função do número de entrevistados, desta forma, para estes casos, tivemos 55 impactos ambientais negativos potenciais e 35 impactos ambientais positivos potenciais, perfazendo 90 impactos ambientais potenciais nas atividades avaliadas.

O CTR Dois Arcos é exceção a esta regra em função de duas condições distintas. A primeira condição é devida à necessidade de adoção da técnica 2, baseada na percepção do avaliador do ISOAS (apenas um) e em um estudo de análise de risco ambiental em função da operação da atividade. A segunda condição é devida a não avaliação de riscos ambientais derivados de impactos positivos. Entende-se que o conceito de risco está associado exclusivamente à percepção de ocorrência de possíveis impactos ambientais negativos considerados significativos. Em tese, a percepção de impactos ambientais positivos estaria associada às oportunidades e não aos riscos, em função disto, julgou-se procedente não avaliar oportunidades, apenas riscos. Logo, a partir destas condições, tem-se apenas 11

impactos ambientais potenciais a avaliar na CTR Dois Arcos, sendo todos eles negativos. Os resultados obtidos foram compilados no quadro 71:

	CTR Nova Iguazu	CTR Santa Rosa	CTR São Gonçalo	CTR Dois Arcos*
Impactos Ambientais Potenciais	90	90	90	11
Impactos Ambientais Percebidos	28	27	36	6
Percentual de Percepção dos Impactos possíveis	31%	30%	40%	55%
Impactos Ambientais Negativos Potenciais	55	55	55	11
Impactos Ambientais Negativos Percebidos	10	10	20	6
Percentual de Percepção de Impactos Negativos	18%	18%	36%	55%
Impactos Ambientais Positivos Potenciais	35	35	35	N.A.**
Impactos Ambientais Positivos Percebidos	18	17	16	N.A.**
Percentual de Percepção de Impactos Positivos	51%	49%	46%	N.A.**

* A avaliação socioambiental do CTR Dois Arcos foi procedida a partir de um estudo de análise de riscos produzido pelo avaliador do ISOAS

** N.A. - Não Avaliado

Quadro 71: Resultados acerca da percepção de impactos por CTR. .

Destaca-se que, em termos percentuais, o CTR Dois Arcos foi o empreendimento que teve maior grau de percepção de impactos possíveis, com 55%. Seguido do CTR São Gonçalo, com 40%, depois CTR Nova Iguazu, com 31% e, por fim, o CTR Santa Rosa, com 30%. Quanto à identificação de impactos negativos, o CTR Dois Arcos também teve maior percentual de percepção, com 55%, seguido do CTR São Gonçalo, com 36% e dos CTR de Nova Iguazu e CTR Santa Rosa com 18%. Quanto à percepção de impactos positivos, o CTR Nova Iguazu destacou-se com 51%, seguido do CTR Santa Rosa, com 49% e do CTR São Gonçalo, com 46%. O CTR Dois Arcos não foi avaliado neste quesito.

Os quadros 72 e 73 apresentam os resultados detalhados quando a percepção de impactos positivos e negativos nos aterros coparticipantes da pesquisa:

Percepção de Impactos Positivos								
	CTR Nova Iguazu		CTR Santa Rosa		CTR São Gonçalo		CTR Dois Arcos*	
Sinalização	5	100%	4	80%	5	100%	N.A.***	N.A.***
Melhorias (vias)	5	100%	5	100%	5	100%	N.A.***	N.A.***
Contratação	5	100%	5	100%	3	60%	N.A.***	N.A.***
Educação	3	60%	0	0%	3	60%	N.A.***	N.A.***
Saúde	0	0%	1	20%	0	0%	N.A.***	N.A.***
Infraestrutura	0	0%	1	20%	0	0%	N.A.***	N.A.***
Criminalidade	0	0%	1	20%	0	0%	N.A.***	N.A.***
Total Percebido*	18		17		16		N.A.***	
Total Possível**	35		35		35		N.A.***	

* soma dos relatos de percepção de impactos negativos

** Multiplicação do número de entrevistados por 7 impactos positivos possíveis

*** N.A. - Não Avaliado

Quadro 72: Detalhamento da percepção de impactos positivos nos CTRs coparticipantes

Percepção de Impactos Negativos								
	CTR Nova Iguaçu		CTR Santa Rosa		CTR São Gonçalo		CTR Dois Arcos*	
Odor	3	60%	4	80%	5	100%	1	100%
Barulhos Caminhões	1	20%	0	0%	1	20%	1	100%
Fumaça	0	0%	0	0%	1	20%	1	100%
Resíduos Volantes	2	40%	0	0%	1	20%	1	100%
Incômodos	0	0%	0	0%	1	20%	1	100%
Chorume	0	0%	0	0%	3	60%	0	0%
Particulado	1	20%	2	40%	3	60%	1	100%
Barulhos Maquinário	1	20%	0	0%	0	0%	0	0%
Contaminação	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Vetores Terrestres	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Vetores Aéreos	2	40%	4	80%	5	100%	0	0%
Total Percebido*	10		10		20		6	
Total Possível**	55		55		55		11	

* soma dos relatos de percepção de impactos negativos

** Multiplicação do número de entrevistados por 11 impactos negativos possíveis

Quadro 73: Detalhamento da percepção de impactos negativos nos CTRs coparticipantes

A figura 35 apresenta a representação espacial dos resultados obtidos para os indicadores socioambientais dos CTRs coparticipantes.

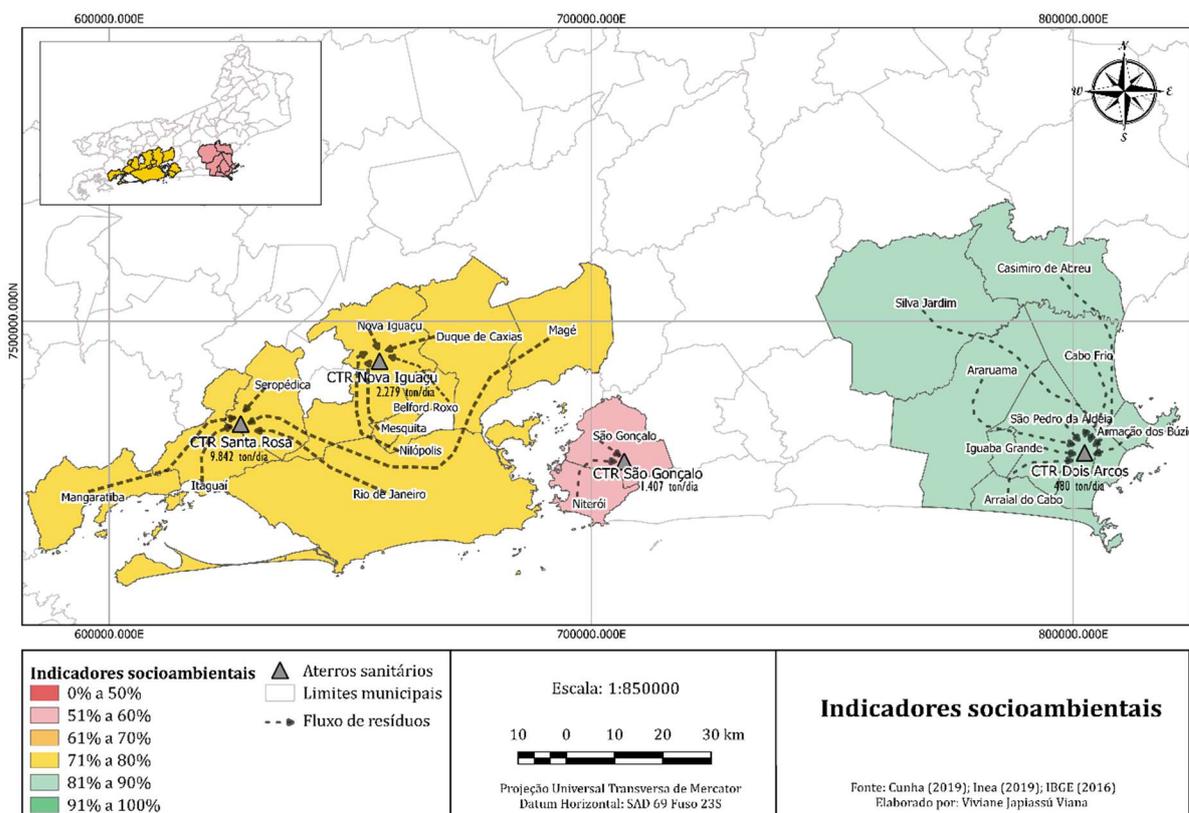


Figura 35: Representação espacial dos resultados dos indicadores socioambientais econômicos

4.5. Resultados gerais dos indicadores e constituição do ISOAS dos CTRs:

Os quadros 74, 75, 76 e 77 apresentam respectivamente para Nova Iguaçu, Santa Rosa, São Gonçalo e Dois Arcos a consolidação das avaliações dos grupos, subgrupos e subáreas de indicadores em função de suas pontuações máximas, pontuações obtidas e as respectivas eficiências e consequente obtenção do ISOAS.

Grupo de Indicadores	Subgrupos	Subáreas	Pontuação Máxima	CTR Nova Iguaçu			
				Pontuação obtida	Eficiência Subárea	Eficiência Subgrupo	Eficiência Grupo
Indicadores Técnicos-Ambientais	Características Locacionais	Características fisiográficas	72	60	84%	87%	91%
		Interface socioambiental	51	43	84%		
		Sistema viário público de acesso	39	37	95%		
	Infraestrutura Implantada	Avaliação da infraestrutura implantada	72	72	100%	90%	
		Avaliação do sistema de controle implantado	97	80	82%		
	Condições Operacionais	Características operacionais	104	98	94%	95%	
		Avaliação da Eficiência dos Sistemas de Controle	123	114	92%		
		Documentos básicos e diretrizes operacionais	77	77	99%		
Indicadores Econômicos	Avaliação da Disponibilidade de EMO		53	49	93%	70%	
	Análise de Inadimplência		-53	-12	23%		
Indicadores Socioambientais			133	127	95	71%	71%
ISOAS							77%

Quadro 74: Resultados gerais dos indicadores e constituição do ISOAS do CTR Nova Iguaçu

Grupo de Indicadores	Subgrupos	Subáreas	Pontuação Máxima	CTR Santa Rosa			
				Pontuação obtida	Eficiência Subárea	Eficiência Subgrupo	Eficiência Grupo
Indicadores Técnicos-Ambientais	Características Locacionais	Características fisiográficas	72	48	67%	79%	92%
		Interface socioambiental	51	39	77%		
		Sistema viário público de acesso	39	39	100%		
	Infraestrutura Implantada	Avaliação da infraestrutura implantada	72	72	100%	100%	
		Avaliação do sistema de controle implantado	97	97	100%		
	Condições Operacionais	Características operacionais	104	98	94%	98%	
		Avaliação da Eficiência dos Sistemas de Controle	123	123	100%		
		Documentos básicos e diretrizes operacionais	77	77	99%		
Indicadores Econômicos	Avaliação da Disponibilidade de EMO		53	45	85%	62%	
	Análise de Inadimplência		-53	-12	23%		
Indicadores Socioambientais			133	127	103	77%	77%
ISOAS							77%

Quadro 75: Resultados gerais dos indicadores e constituição do ISOAS do CTR Santa Rosa

Grupo de Indicadores	Subgrupos	Subáreas	Pontuação Máxima	CTR São Gonçalo			
				Pontuação obtida	Eficiência Subárea	Eficiência Subgrupo	Eficiência Grupo
Indicadores Técnicos-Ambientais	Características Locacionais	Características fisiográficas	72	53	74%	75%	88%
		Interface socioambiental	51	41	81%		
		Sistema viário público de acesso	39	28	72%		
	Infraestrutura Implantada	Avaliação da infraestrutura implantada	72	73	101%	90%	
		Avaliação do sistema de controle implantado	97	79	81%		
	Condições Operacionais	Características operacionais	104	104	100%	100%	
		Avaliação da Eficiência dos Sistemas de Controle	123	123	100%		
Documentos básicos e diretrizes operacionais		77	77	99%			
Indicadores Econômicos	Avaliação da Disponibilidade de EMO		53	42	80%	80%	
	Análise de Inadimplência		-53	0	0%		
Indicadores Socioambientais			133	127	70	53%	53%
ISOAS							74%

Quadro 76: Resultados gerais dos indicadores e constituição do ISOAS do CTR São Gonçalo

Grupo de Indicadores	Subgrupos	Subáreas	Pontuação Máxima	CTR Dois Arcos			
				Pontuação obtida	Eficiência Subárea	Eficiência Subgrupo	Eficiência Grupo
Indicadores Técnicos-Ambientais	Características Locacionais	Características fisiográficas	72	67	93%	74%	78%
		Interface socioambiental	51	39	77%		
		Sistema viário público de acesso	39	14	36%		
	Infraestrutura Implantada	Avaliação da infraestrutura implantada	72	62	86%	80%	
		Avaliação do sistema de controle implantado	97	73	75%		
	Condições Operacionais	Características operacionais	104	85	81%	81%	
		Avaliação da Eficiência dos Sistemas de Controle	123	103	83%		
Documentos básicos e diretrizes operacionais		77	61	79%			
Indicadores Econômicos	Avaliação da Disponibilidade de EMO		53	45	85%	11%	
	Análise de Inadimplência		-53	-39	74%		
Indicadores Socioambientais			133	127	112	88%	88%
ISOAS							59%

Quadro 77: Resultados gerais dos indicadores e constituição do ISOAS do CTR Dois Arcos

Com o intuito de realizar uma análise integrada dos resultados obtidos, propôs-se a organização dos resultados, por subárea, subgrupo, grupo e ISOAS, conforme quadros 78, 79, 80 e 81 e figuras 35 e 37 a seguir:

CTR Nova Iguaçu	CTR Santa Rosa	CTR São Gonçalo	CTR Dois Arcos
77% ✦ ✦ ✦	77% ✦ ✦ ✦	74% ✦ ✦ ✦	59% ✦

Quadro 78: Análise integrada do ISOAS obtidos nos CTRs avaliados

A figura 36 apresenta a representação espacial dos resultados obtidos para os indicadores socioambientais dos CTRs coparticipantes.

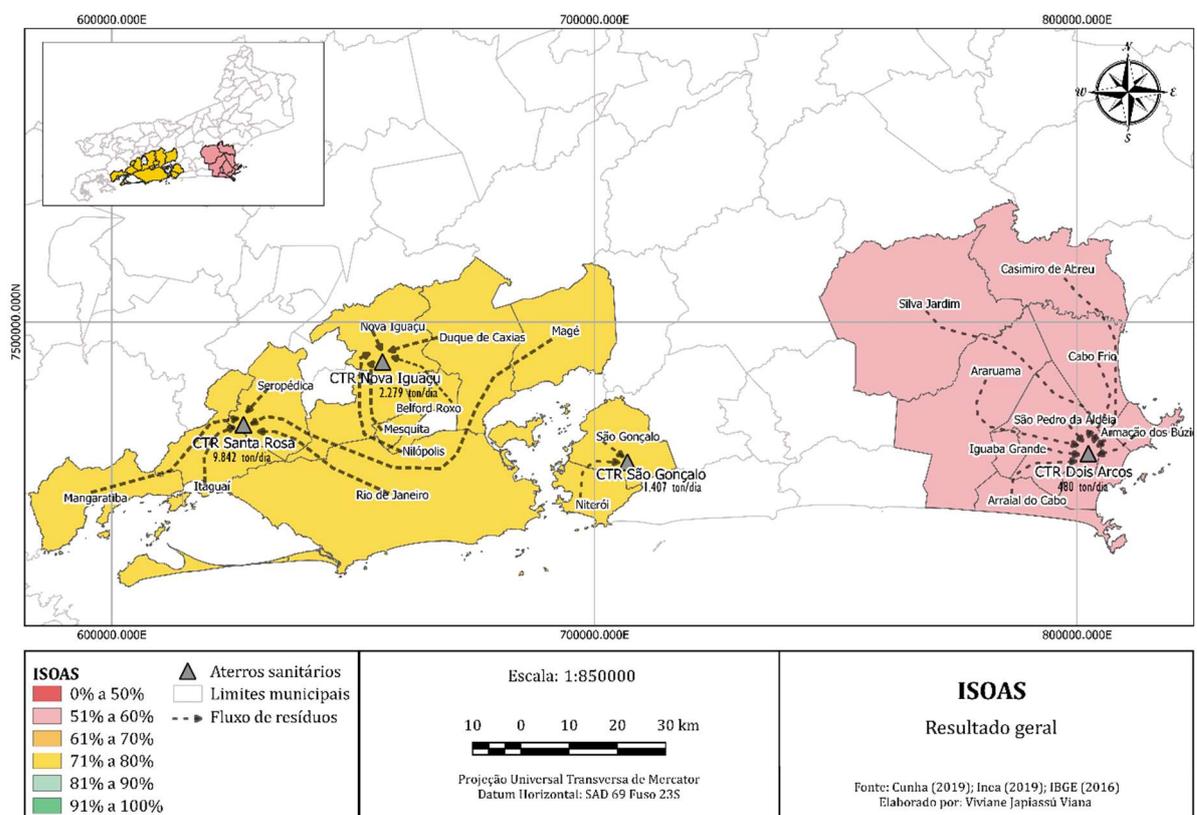


Figura 36: Representação espacial dos resultados gerais do ISOAS

Os resultados gerais dos grupos de indicadores foram organizados e apresentados no quadro 79:

Grupo de Indicadores	CTR Nova Iguaçu	CTR Santa Rosa	CTR São Gonçalo	CTR Dois Arcos
	Eficiência Grupo	Eficiência Grupo	Eficiência Grupo	Eficiência Grupo
Indicadores Técnicos-Ambientais	91%	92%	88%	78%
Indicadores Econômicos	70%	62%	80%	11%
Indicadores Socioambientais	71%	77%	53%	88%

Quadro 79: Análise integrada dos resultados por grupos de indicadores

Na análise integrada de subgrupos, temos resultados relativos aos indicadores que exprimem às características locais, à infraestrutura implantada, às condições operacionais, à avaliação da disponibilidade de EMO, à análise de inadimplência e os indicadores socioambientais, conforme quadro 81. Destacam-se apenas os seguintes pontos, o aterro com melhores características locais é o CTR Nova Iguaçu. A melhor infraestrutura implantada está no CTR Santa Rosa. As

melhores condições operacionais estão no CTR São Gonçalo. O aterro com melhor sintonia entre EMO e equipamentos disponibilizados é o CTR Nova Iguaçu. O aterro mais prejudicado com a inadimplência é o CTR Dois Arcos. O empreendimento com melhores resultados socioambientais é o CTR Dois Arcos.

Subgrupos	CTR Nova Iguaçu	CTR Santa Rosa	CTR São Gonçalo	CTR Dois Arcos
	Eficiência Subgrupo	Eficiência Subgrupo	Eficiência Subgrupo	Eficiência Subgrupo
Características Locacionais	87%	79%	75%	74%
Infraestrutura Implantada	90%	100%	90%	80%
Condições Operacionais	95%	98%	100%	81%
Avaliação da Disponibilidade de EMO	92%	85%	80%	85%
Análise de Inadimplência	23%	23%	0%	74%
Indicadores Socioambientais	71%	77%	53%	88%

Quadro 80: Análise integrada dos resultados por subgrupos de indicadores

Os resultados em questão também foram plotados na figura 37, sob a forma de barras para melhor a visualização dos resultados de forma integrada.

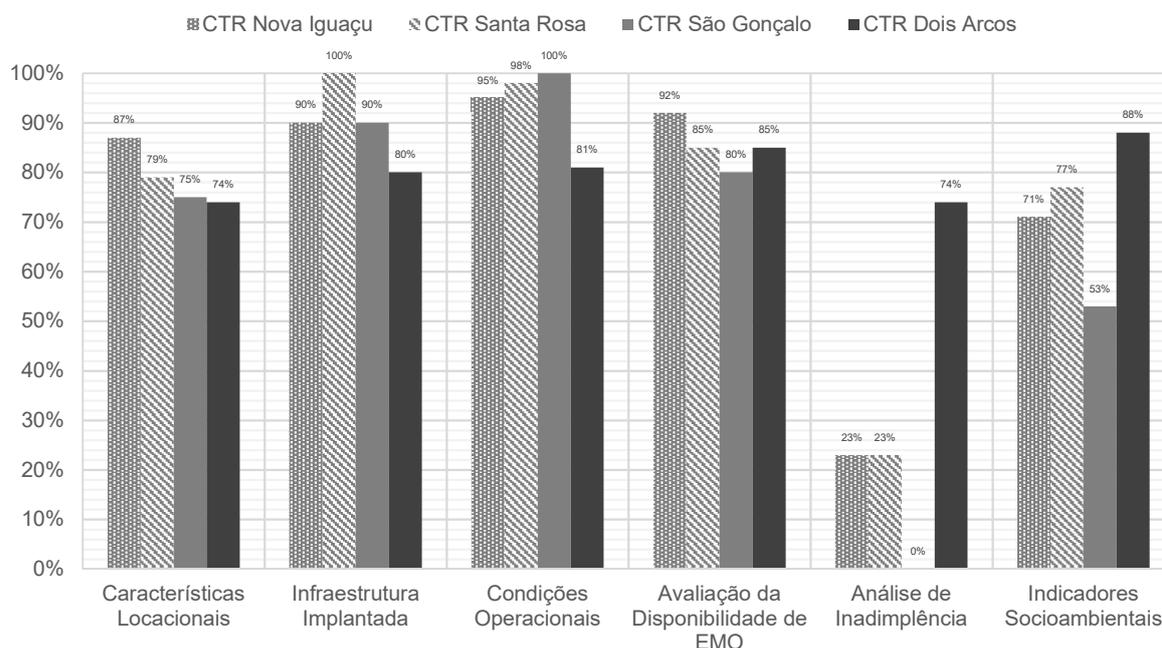


Figura 37: Análise integrada dos resultados por subgrupos de indicadores

Na análise integrada de subáreas destaca-se que o aterro com melhores características fisiográficas é Dois Arcos. O aterro com melhor interface social é Nova Iguaçu. O melhor sistema viário público de acesso é Santa Rosa. Os CTRs de Nova Iguaçu, Santa Rosa e São Gonçalo tiveram desempenho máximo na avaliação da infraestrutura implantada. Na avaliação do sistema de controle implantado o Santa

Rosa apresentou o melhor resultado. Na avaliação das características operacionais, São Gonçalo obteve o melhor resultado. Na avaliação da eficiência dos sistemas de controle, Santa Rosa e São Gonçalo tiveram grau máximo de aproveitamento. Quanto aos documentos básicos e diretrizes operacionais, Nova Iguaçu, Santa Rosa e São Gonçalo tiveram os melhores resultados, com 99% de aproveitamento. As demais informações foram incluídas no quadro 81.

	Subáreas	CTR Nova Iguaçu	CTR Santa Rosa	CTR São Gonçalo	CTR Dois Arcos
		Eficiência Subárea	Eficiência Subárea	Eficiência Subárea	Eficiência Subárea
1	Características fisiográficas	84%	67%	74%	93%
2	Interface socioambiental	84%	77%	81%	77%
3	Sistema viário público de acesso	95%	100%	72%	36%
4	Avaliação da infraestrutura implantada	100%	100%	100%	86%
5	Avaliação do sistema de controle implantado	82%	100%	81%	75%
6	Características operacionais	94%	94%	100%	81%
7	Avaliação da Eficiência dos Sistemas de Controle	92%	100%	100%	83%
8	Documentos básicos e diretrizes operacionais	99%	99%	99%	79%
9	Avaliação da Disponibilidade de EMO	92%	85%	80%	85%
10	Análise de Inadimplência	23%	23%	0%	74%
11	Indicadores Socioambientais	71%	77%	53%	88%

Quadro 81: Análise integrada dos resultados por subáreas de indicadores

4.6. Dashboards operacionais dos CTRs:

A metodologia ISOAS compila os resultados obtidos na avaliação dos indicadores em *dashboards* operacionais com o intuito de facilitar a compreensão e análise das informações geradas durante o processo. As figuras 38, 39, 40 e 41 apresentam os dos CTRs coparticipantes da pesquisa.

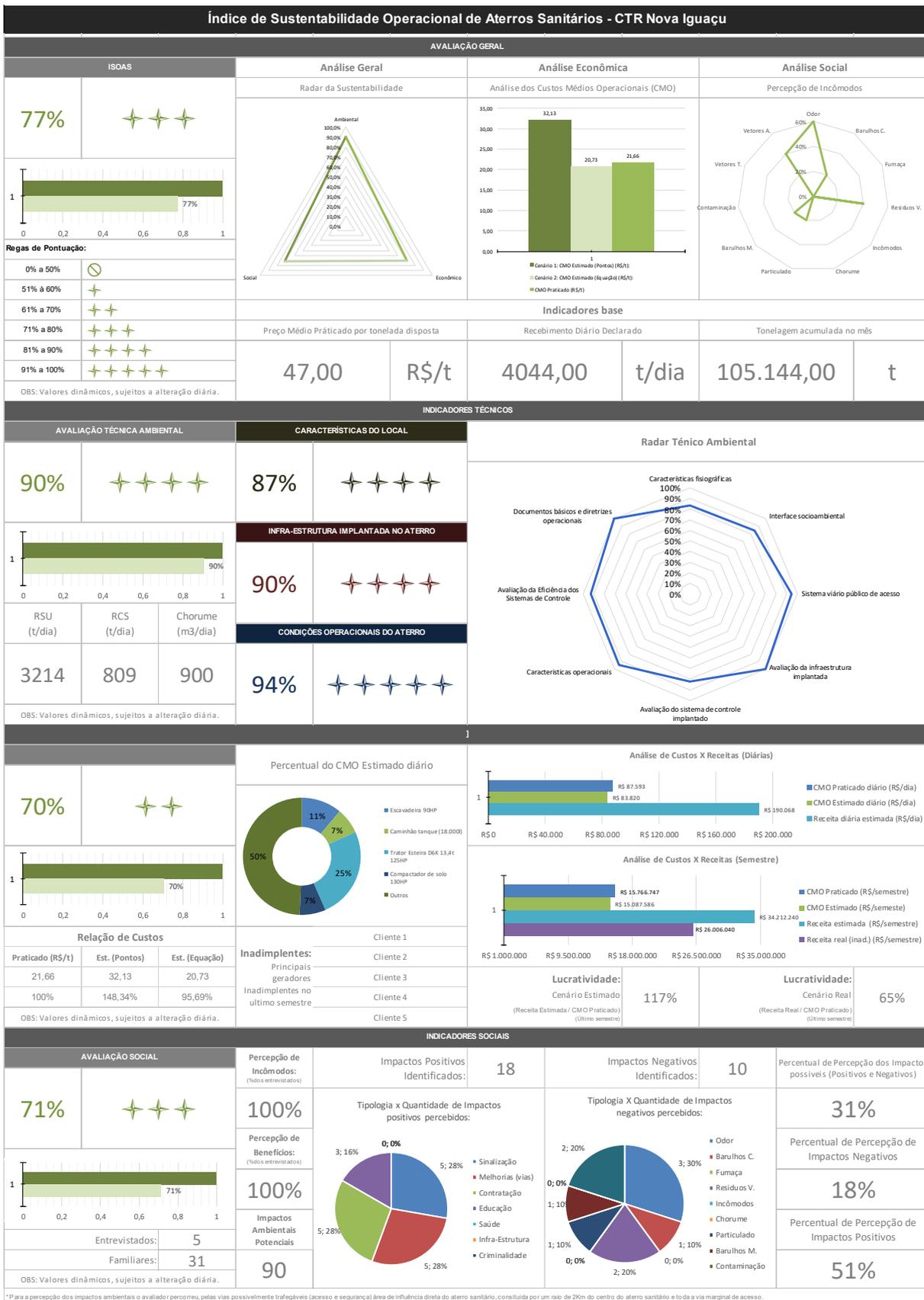


Figura 38: Dashboard compilando resultados do CTR Nova Iguaçu

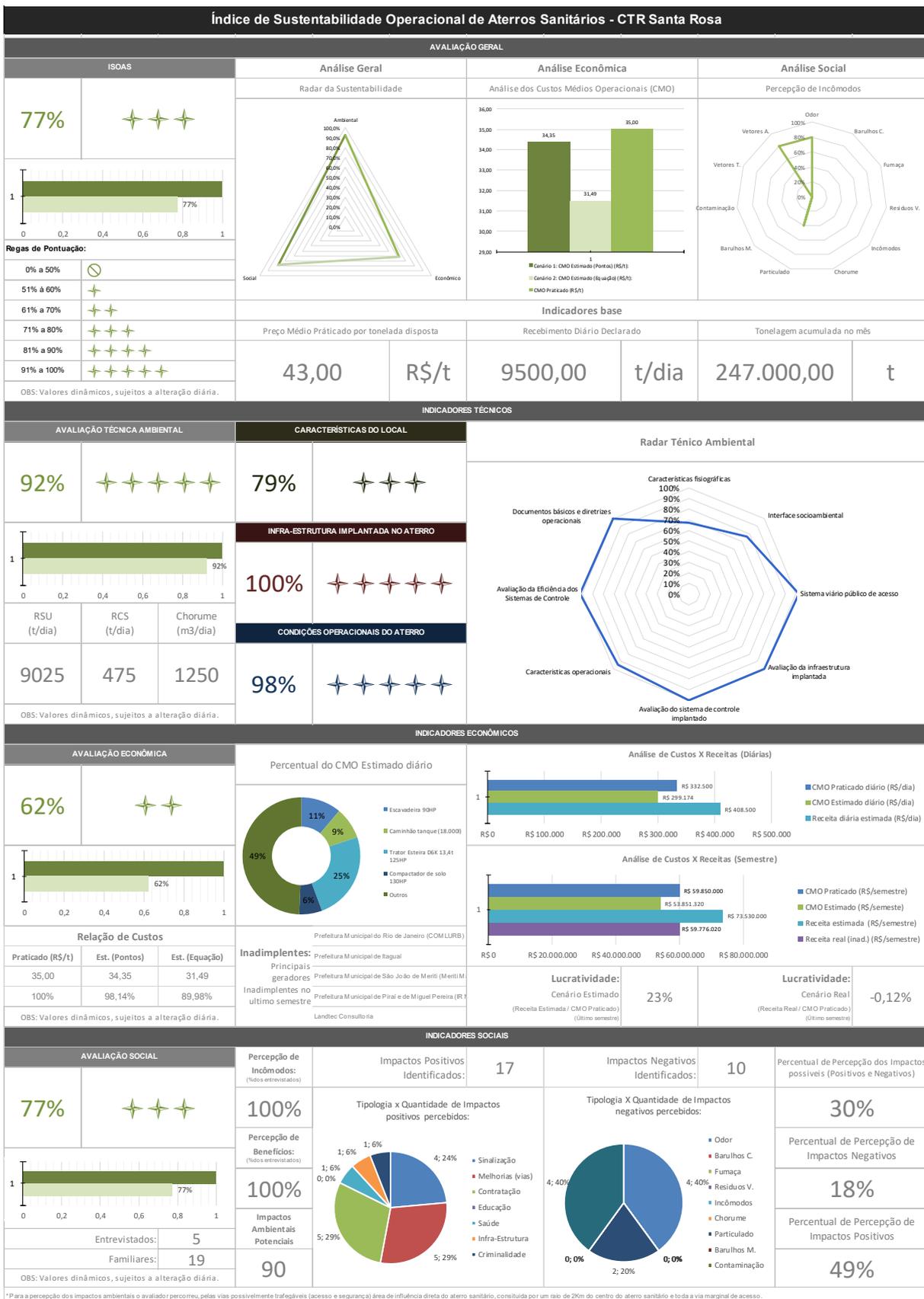


Figura 39: Dashboard compilando resultados do CTR Santa Rosa

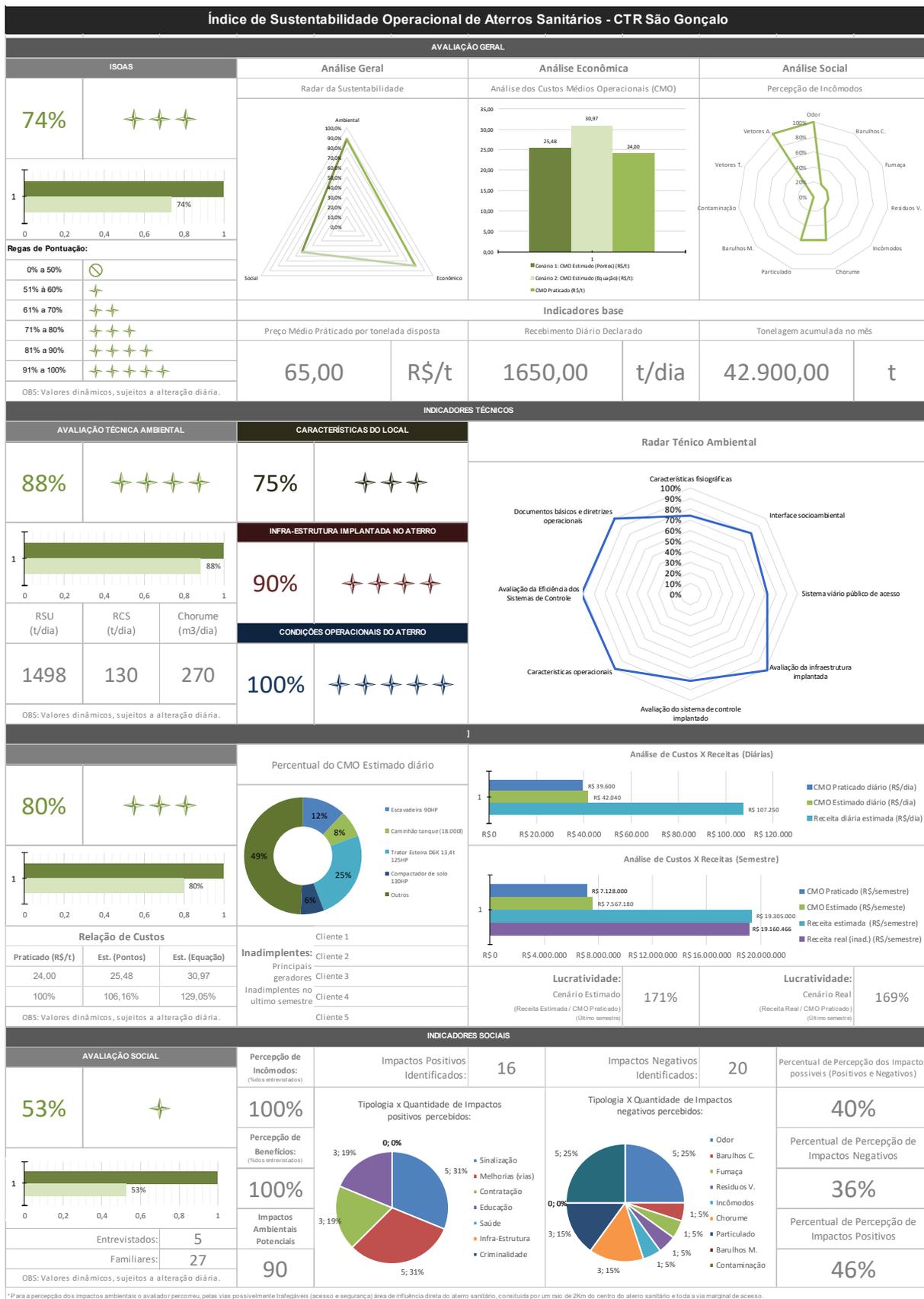


Figura 40: Dashboard compilando resultados do CTR São Gonçalo



Figura 41: Dashboard compilando resultados do CTR Dois Arcos

5. DISCUSSÕES

Em função dos objetivos definidos, identificamos duas linhas distintas para proceder à análise crítica dos resultados. A primeira tangencia aspectos gerais da constituição e do manuseio da ferramenta ISOAS para a geração e consolidação de informações acerca da sustentabilidade operacional dos aterros. A segunda tangencia os resultados da aplicação da metodologia em campo e a análise integrada destes, considerando os CTRs coparticipantes da pesquisa.

5.1. Análise crítica da constituição e do manuseio do ISOAS:

Inicialmente constata-se que a metodologia ISOAS apresenta robustez técnica, sintonia com as práticas contemporâneas de avaliação operacional de aterros sanitários e atende aos preceitos conceituais do *Triple Bottom Line* (TBL) para avaliação de sustentabilidade. Os indicadores propostos consideram múltiplos critérios, destacando-se aspectos técnicos, locacionais, estruturais, operacionais, ambientais, legais, normativos, econômicos e sociais das atividades, propiciando uma análise integrada e extremamente detalhada sobre a condição de sustentabilidade operacional dos aterros.

Durante o manuseio da metodologia, à luz da interpretação do autor, evidenciou-se o grande potencial de utilização do ISOAS como ferramenta gerencial para otimização de processos de empresas privadas e/ou públicas que atuam com tratamento e destinação final de resíduos. Vislumbrou-se a utilização da ferramenta por construtoras ou gestoras operacionais de aterros sanitários que objetivam ampliar a gama de processos/atividades a serem gerenciados para além das exigências normativas e legais. Divisou-se a utilização da ferramenta por órgãos ambientais que visam subsidiar seus processos decisórios, durante o rito de licenciamento, com maior densidade técnica que as normas brasileiras vigentes. Avistou-se ainda a utilização da ferramenta no pós-licenciamento dos aterros sanitários com o fito de orientar o rito das ações de comando, controle e monitoramento ambiental, reduzindo a subjetividade inerente ao processo de fiscalização.

Cabe frisar que a análise isolada do ISOAS gera apenas o “retrato” das condições operacionais e, conseqüentemente, de sustentabilidade dos CTRs. Para uma melhor interpretação dos resultados, acredita-se que seja necessário um acompanhamento rotineiro dos indicadores, bem como a realização do controle

estatístico dos resultados gerados e a criação de uma série histórica por grupos, subgrupos e subáreas. Desta forma, acredita-se que seja possível: 1) identificar e registrar tendências operacionais; 2) Identificar problemas crônicos e agudos da operação; 3) Identificar fatores limitantes do nível de sustentabilidade pretendido; 4) Aferir o engajamento dos *stakeholders*; 5) Identificar percepções de grupos sociais; 6) Priorizar investimentos; 7) Priorizar ações de controle; 8) Desenvolver, orientar, subsidiar, analisar e acompanhar políticas públicas municipais, consorciadas e/ou estaduais direcionadas para a otimização e regionalização dos sistemas de gestão integrada de RSU e etc.

Nota-se também que a figura do gestor técnico do CTR possui um papel central para a boa aplicação da metodologia. A etapa de entrevista com este profissional baliza uma fração expressiva da análise dos indicadores técnico-ambientais e econômicos, bem como a constituição do *dashboard* de sustentabilidade do aterro. Logo, o engajamento deste profissional com os diversos setores da empresa gestora (operações, financeiro, jurídico, ambiental e etc.), bem como a pré-disposição do mesmo em participar da constituição do ISOAS, são pilares fundamentais para constituição do índice de forma eficaz e assertiva.

Destaca-se que o resultado da compilação das impressões dos especialistas participantes da técnica Delphi foi soberano, apesar de haver, na interpretação do autor, alguns critérios de significância assíncronos.

No que tange ao grupo de indicadores econômicos, cabem duas considerações. Em função da adoção do conceito TBL para a análise equitativa dos grupos e, em função do grupo econômico ter uma quantidade reduzida de indicadores frente aos demais, nota-se uma sensibilidade relevante quanto à análise do mesmo.

Claramente, os indicadores de inadimplência, que são negativos e tem alta significância na metodologia, podem, a depender da condição do CTR avaliado, vir a zerar a pontuação obtida neste grupo em função da disponibilidade adequada dos EMOs. Destaca-se que os indicadores de inadimplência foram desenvolvidos posteriormente a técnica Delphi, a partir da troca de experiências com os gestores das unidades. Partiu-se do pressuposto de que, se não há recursos, não há como sustentar adequadamente as rotinas operacionais. Confirma-se tal hipótese quando se observa à pontuação CTR Dois Arcos neste quesito, o que veio a representar o pior resultado econômico e o pior resultado geral.

Acredita-se que a estratégia proposta para a maior valorização da significância dos indicadores de inadimplência, bem como a sua condição negativa para a retirada de pontos já obtidos tenha surtido o efeito planejado para a boa avaliação de sustentabilidade dos aterros, e, certamente, otimizou a metodologia. Factualmente, a ausência de pagamentos irá refletir, em um determinado momento, na insuficiência dos recursos necessários à boa operação dos CTRs. Entretanto, devido ao fato desta informação não ser de domínio público, o avaliador do ISOAS tem atuação e julgamento limitado, não havendo meios técnicos de se refutar ou questionar as informações prestadas.

A segunda consideração acerca dos indicadores econômicos tangencia a necessidade de atualização, em periodicidade minimamente anual, dos custos de propriedade, operação e manutenção previstos na metodologia de estimativa de custos horários dos EMOs, e, em ato contínuo, a necessidade de atualização da curva de custos operacionais, suas equações e curvas de tendências. Entende-se que esta é uma ação de extrema relevância para que não seja gerada uma significativa defasagem dos valores dos CMOEs ao longo do tempo, afastando-os do CMOPs. Acredita-se que, caso não haja atualização, esta condição também irá impactar na assertividade do indicador 86 (CMOP em função do Porte - Adequado: $CMOP = CMOE \pm 10\%$ / Limítrofe: $CMOP = CMOE \pm 20\%$ / Inadequado: $CMOP = CMOE \pm 30\%$), induzindo a informações menos precisas e percepções equivocadas quanto aos resultados econômicos do aterro.

Ainda tangenciando os aspectos gerais da constituição e o manuseio da ferramenta ISOAS, há de se considerar a complexa tarefa de se realizar a análise dos indicadores do grupo socioambiental. A técnica 1, desenvolvida para a avaliação deste grupo, depende da participação de uma fração (não definida nesta pesquisa) da comunidade residente e domiciliada na área de influência direta do empreendimento.

Considerando-se a hipótese de seguir à risca este critério, a dimensão do universo amostral certamente tornaria inviável a realização desta pesquisa de campo em função da quantidade de entrevistas a serem realizadas por um único indivíduo, avaliador do ISOAS. Entretanto, caso esta análise fosse procedida no âmbito de uma nova pesquisa ou no âmbito do licenciamento ambiental da atividade, através de uma exigência exarada pelo órgão ambiental competente em uma restrição de licença, averbação ou notificação, seria exequível e, certamente, contribuiria para resultados ainda mais eficazes e assertivos para o ISOAS.

Também há de se considerar o fator segurança pública neste processo. Em geral, os aterros sanitários localizam-se em áreas rurais, de baixo poder aquisitivo, reduzida densidade demográfica, reduzido patrulhamento policial e relativamente próximos à centros urbanos. Estas características são demasiadamente atrativas para a constituição de um poder paralelo (milícia e/ou tráfico de drogas) atuante na região, que tende a elevar os índices de criminalidade, colocando em risco moradores e transeuntes.

Em função destas características, julgou-se impertinente e arriscada a realização de uma abordagem porta-a-porta para a realização das entrevistas necessárias a avaliação dos indicadores sociais, mesmo reconhecendo-se que, tecnicamente, esta seria a abordagem mais adequada e isenta para a constituição do índice por dissociar o resultado da percepção subjetiva de um único avaliador.

Conforme anteriormente relatado, acredita-se que esta condição se configure no âmbito da realização de uma pesquisa de cunho acadêmico, na qual apenas um pesquisador se expõe a tais riscos. Entende-se que o cenário seria completamente diferente no âmbito do cumprimento de uma exigência oriunda de licenciamento ambiental, na qual um grupo de técnicos, empresas e/ou especialistas, em conjunto com a empresa gestora do aterro acessam a comunidade para a obtenção de informações.

Há de se ressaltar que foi verificado engajamento, noções básicas das questões técnicas envolvidas e uma postura cuidadosa e ética nos depoimentos coletados. Não houve sequer um caso em que não se tenha sido citada a percepção de impactos ambientais positivos e negativos na operação dos CTRs, reforçando a credibilidade da metodologia proposta e dos resultados gerados.

Um outro ponto a ser discutido acerca da constituição e do manuseio do ISOAS é relativo à quantidade de CTRs selecionados como coparticipantes da pesquisa, para, em tese, melhor validar a metodologia. Inicialmente, planejou-se aplicar a metodologia em seis aterros sanitários, sendo cinco no Estado do Rio de Janeiro e um no Estado de Minas Gerais, propiciando uma melhor estratificação de portes, culturas operacionais, custos, preços, impactos e riscos. Com isso, acreditava-se gerar um maior volume de dados e informações para uma melhor discussão e análise crítica da metodologia.

Contudo, dentro dos limites da pesquisa, a coparticipação de quatro CTRs no Rio de Janeiro foi o possível, com a realização de uma única visita a cada um, os

resultados foram considerados satisfatórios, haja visto o volume de dados e informações produzidos sobre a constituição e o manuseio do ISOAS bem como sobre a condição técnica-ambiental, econômica, socioambiental e conseqüentemente, de sustentabilidade dos CTRs coparticipantes.

Entende-se haver uma última questão a ser discutida acerca da constituição do ISOAS, a análise da pertinência de sua estrutura à luz dos Princípios de sustentabilidade de Gibson (2005). De acordo com o autor, o primeiro princípio de sustentabilidade é a integridade do sistema socio ecológico da atividade. Para tal, na avaliação de sustentabilidade, espera-se que sejam construídas relações sociedade-ambiente que estabeleçam e mantenham a integridade dos sistemas socioambientais em longo prazo e projetem as funções ecológicas. Entende-se que este princípio foi considerado quando da inclusão do grupo de indicadores socioambientais na constituição do ISOAS.

O segundo princípio é a disponibilidade de recursos suficientes para a subsistência e acesso a oportunidades. Entende-se que o atendimento a este princípio deva garantir que cada indivíduo tenha sustento suficiente para uma vida digna e que todos tenham oportunidade de buscar melhorias de forma a não comprometer a capacidade de sustento das gerações futuras. No grupo de indicadores socioambientais, vislumbrou-se a identificação e a valoração de impactos ambientais positivos para o atendimento deste princípio.

O terceiro princípio de Gibson (2005) é a equidade intrageracional, no qual espera-se garantir que se perceba a redução das lacunas entre ricos e pobres (de saúde, segurança, reconhecimento social, influência política etc.). Entende-se que tais condições não refletem a realidade do ISOAS, face ao elevado grau de especificidade do índice de sustentabilidade proposto. O quarto princípio, equidade intergeracional possui a mesma avaliação.

O quinto princípio é a manutenção de recursos naturais e eficiência, no qual se espera que a avaliação de sustentabilidade considere a subsistência sustentável para todos, ao passo que reduz as ameaças em longo prazo para a integridade de sistemas socioambientais, evitando resíduos e reduzindo o consumo de matéria e energia. Acredita-se que esta seja a essência dos indicadores técnico-ambientais da metodologia ISOAS, considerando-se este princípio também como atendido na constituição da metodologia.

O sexto princípio é a civilidade socioambiental e governança democrática, no qual espera-se que a avaliação identifique a capacidade, motivação e inclinação a aplicar requisitos de sustentabilidade, por meio de decisões mais abertas e baseadas em boas informações, de estímulo a conscientização mútua e à responsabilidade coletiva, e do emprego de boas práticas mais integradas em decisões administrativas, de mercado e pessoais. Julga-se que a participação das empresas gestoras dos CTRs na presente pesquisa, bem como a abertura das portas à comunidade de entorno como uma prática de gestão, configura o atendimento a este princípio de sustentabilidade.

O sétimo princípio é a precaução e a adaptação, na qual se espera que na avaliação se identifique o respeito a incertezas, evitando-se riscos de danos graves ou irreversíveis para os fundamentos da sustentabilidade, mesmo que sejam pouco compreendidos. Acredita-se que a criação da metodologia em si visa o atendimento deste princípio.

O oitavo e último princípio é a integração entre situação atual e de longo prazo, no qual a aplicação dos demais princípios, de forma simultânea, promovam benefícios mútuos e ganhos múltiplos. Entende-se que esta é a essência da metodologia ISOAS, a sua aplicação de forma contínua propicia o atendimento aos princípios de sustentabilidade, garantindo uma maior harmonização da operação dos aterros sanitários com as condições ambientais fisiográficas da área, econômicas da empresa e sociais do entorno.

5.2. Análise crítica da aplicação da metodologia e de seus resultados:

5.2.1. Expressividade dos CTRs coparticipantes:

Apesar dos significativos avanços legais, normativos, técnicos e até mesmo culturais da última década acerca da gestão de resíduos em nosso País, a temática continua como pauta urgente para gestores públicos municipais, estaduais e federais, bem como para empresas privadas que visam novas oportunidades de mercado e para a própria sociedade, que vêm percebendo o impacto de seus atos cotidianos nos problemas ambientais dos centros urbanos.

Considerando o cenário nacional e do Estado do Rio de Janeiro, os quatro aterros coparticipantes recebem, em média, 14.352 toneladas diárias de RSU, o que representa, em estimativa, 8,6% de todo o RSU gerado no País, e 88% no Estado, o

que ratifica a relevância do universo amostral proposto na pesquisa, bem como a sua abrangência no cenário de destinação final do Estado do Rio de Janeiro.

Quando se considera os 20 municípios que utilizam os aterros coparticipantes como destinação final para os RSUs gerados, tem-se um percentual de 21% dos 92 municípios do Estado e 3,5% do total de 5.570 municípios do País. Destaca-se que, a exceção do CTR Dois Arcos, os aterros coparticipantes localizam-se no centro de massa da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, logo, apesar de, percentualmente representar uma quantidade reduzida de municípios atendidos (21%), em massa, os aterros representam o recebimento expressivo de 88% dos RSUs gerados.

Esta condição coloca a pesquisa em uma posição privilegiada para a observação de tendências operacionais nos aterros sanitários no Estado do Rio de Janeiro, bem como para a identificação de ações, positivas e negativas, das políticas públicas vigentes que tangenciam a gestão integrada dos resíduos sólidos.

De acordo com a Lei 6.362/12, nenhum dos aterros coparticipantes é enquadrado como aterro sanitário público municipal (operação conduzida pela Prefeitura), nem regional (que constitua o local de disposição final de um agrupamento de municípios através de consórcio público). Verificou-se que o CTR de Nova Iguaçu é enquadrado como aterro sanitário público concedido, pois a operação foi outorgada pelo poder público. O CTR Santa Rosa guarda uma particularidade. Trata-se do aterro sanitário público concedido do município do Rio de Janeiro (município mais populoso do Estado). Entretanto, no edital de concessão, não houve restrição à instalação do aterro fora dos limites do município. A empresa ganhadora do certame obteve licenciamento ambiental para a implantação do CTR em área privada, no município de Seropédica, há cerca de 70 quilômetros do centro de massa do município. Outro ponto relevante desta concessão é que ela também engloba a operação de cinco Estações de Transferência de Resíduos (ETRs) localizadas nos bairros do Caju, Jacarepaguá, Marechal Hermes, Santa Cruz e Bangu, com previsão de mais duas até 2020 (Taquara e Penha), além do transporte, em carretas, das ETRs até o CTR Santa Rosa. Trata-se de uma gama de serviços concedidos sob a responsabilidade da gestora do CTR.

Os CTRs de São Gonçalo e Dois Arcos são enquadrados como aterros sanitários autorizados, ou seja, empreendimentos privados que, através de licença e alvará estão autorizados a ofertar o serviço de disposição final. Entretanto, vale ressaltar que os mesmos não possuem outorga para a prestação de serviço público,

ou seja, o instrumento legal que rege a prestação do serviço é um contrato entre as partes.

Um ponto de relevância é que nenhuma das concessões restringiu o recebimento de RSU de outros municípios e/ou de geradores de RCS. Isto possibilita a criação de novos negócios para os CTRs, potencializando a viabilidade econômica do empreendimento e a sua atratividade no mercado, além de figurar como uma solução real de destinação final ambientalmente adequada para municípios ainda sem solução e como um indutor do encerramento das atividades de vazadouros. Em tese, durante o prazo de vigência das concessões as empresas gestoras tem recebíveis que devem sustentar economicamente as operações, bem como amortecer os investimentos feitos e gerar lucros, possibilitando a realização de um planejamento financeiro e orçamentário que venha a viabilizar o empreendimento nas esferas técnica-ambiental, econômica e social.

5.2.2. Análise integrada dos resultados do ISOAS:

Ao se confrontar os resultados obtidos com a aplicação da metodologia ISOAS, verifica-se que os CTRs de Nova Iguaçu, Santa Rosa e São Gonçalo ficaram com percentuais de eficiência de 77%, 77% e 74% respectivamente, estando todos enquadrados no mesmo resultado geral, índice de sustentabilidade “três estrelas”, representado pelo enquadramento do aterro na faixa entre de 71% a 80% de eficiência dos indicadores. O CTR Dois Arcos obteve um percentual de eficiência de 59%, enquadrando o mesmo no índice de sustentabilidade “uma estrela”. Vale lembrar que se trata de uma escala rigorosa, que não prevê pontuação para aterros sanitários que apresentam eficiência igual ou inferior a 50%.

Quando se analisa os resultados gerados pelo grupo de indicadores técnico-ambiental, percebe-se a eficiência média de 87%, considerando os quatro aterros coparticipantes. Este resultado demonstra que, apesar da complexidade técnica-ambiental inerente à operação da atividade e da grande quantidade de indicadores a serem avaliados (78 no total), os aterros tiveram um excelente desempenho, todos acima de 75%. Desta forma, entende-se que os quesitos técnicos, normativos e legais básicos a serem atendidos para o licenciamento, localização, implantação e operação de aterros sanitários estão sendo atendidos de maneira satisfatória pelos aterros avaliados.

Há de se ressaltar o desempenho dos CTRs no subgrupo infraestrutura implantada, subárea avaliação da infraestrutura implantada, no qual, Nova Iguaçu, Santa Rosa e São Gonçalo obtiveram aproveitamento máximo e o CTR Dois Arcos 86% de eficiência. Os indicadores relativos a esta área permeiam as exigências legais e normativas para a instalação dos aterros, em especial àquelas derivadas da ABNT NBR 8.419 e 13.896. Todos os aterros tiveram um excelente desempenho, denotando total sintonia dos projetos com as expectativas das referidas normas e, conseqüentemente, das exigências dos órgãos ambientais durante o rito de licenciamento ambiental.

Entende-se que, neste subgrupo, os indicadores 34, 35, 41 e 42 mereçam comentários adicionais em função de suas relevâncias técnicas e de algumas percepções obtidas durante a aplicação de campo do ISOAS. Todos os indicadores em questão integram a subárea “Avaliação do sistema de controle implantado”. Nota-se que o indicador 34, “Sistema composto de impermeabilização de base constituído por duas ou mais barreiras físicas (uma geomembrana) justapostas em toda a extensão do sistema, com coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-7} m/s” e o indicador 35, “Sistema duplo composto de impermeabilização de base constituído por duas geomembranas e, pelo menos, mais uma barreira física, justapostas em toda a extensão do sistema, com coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-7} m/s”, possuem uma relação clara que visa valorizar os aterros que optaram por investir em sistemas de impermeabilização mais seguros que as exigências normativas.

A proposta nos indicadores considerou um coeficiente de permeabilidade mais restritivo (10^{-7} m/s) e um sistema duplo, que visa compensar possíveis falhas ou fragilidades de seus elementos de impermeabilização. Trata-se de uma ação técnica preventiva de extrema relevância, pois tende a reduzir a probabilidade de ocorrência de vazamento de lixiviado pelo sistema de impermeabilização, reduzindo também os riscos ambientais da atividade.

Entretanto, cabe ressaltar que, quanto maior for a sofisticação dos sistemas de impermeabilização de base, maiores serão os custos a serem arcados pelas empresas gestoras para a implantação dos projetos. Ressalta-se que compete ao órgão ambiental deliberar, durante o rito de licenciamento ambiental, as condições mínimas aceitáveis para a aprovação do projeto. Para tal, o órgão deve levar em consideração às condições fisiográficas e ambientais da região, bem como a interface socioambiental do empreendimento. Dentre os aterros coparticipantes da pesquisa,

apenas o CTR Santa Rosa pontuou no indicador 35, tendo o mesmo 100% de aproveitamento na subárea em questão. Este fato deveu-se essencialmente às exigências derivadas do licenciamento ambiental da atividade, a partir dos riscos de contaminação do aquífero Piranema identificados no Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Face aos motivos expostos, entende-se que os indicadores 34 e 35 também deveriam ser mais valorizados, em termos de significância na metodologia ISOAS.

A avaliação do indicador 41, “Técnica de tratamento de lixiviado” demandou a verificação dos pareceres de licença ambiental de instalação e/ou de operação dos aterros coparticipantes para aferição de seus critérios gerais de dimensionamento. Frisa-se que o avaliador do ISOAS não fez qualquer juízo de valor sobre as técnicas de tratamento adotadas nem sobre os critérios de aprovação do órgão ambiental competente. Entende-se que a aplicação do ISOAS não tem por objetivo analisar criticamente soluções tecnológicas, mas sim constatar o nível do tratamento adotado e a sua eficiência nos termos das referências normativas. O mesmo raciocínio se aplica a análise do indicador 42, “Técnica de tratamento de biogás”.

Dentre os aterros coparticipantes, apenas o CTR Dois Arcos apresentou um desempenho julgado insuficiente na análise do indicador 41. Este fato deveu-se a constatação de recirculação de 100% do lixiviado gerado na unidade. A empresa gestora investiu na construção de uma unidade de pré-condicionamento de lixiviado para posterior envio à estação de tratamento de esgoto licenciada para co-tratamento. A unidade em questão estava operando no momento da visita para constituição do ISOAS, entretanto, ainda não havia contrato firmado com uma unidade apta a receber o lixiviado, desta forma, o mesmo estava sendo integralmente recirculado no topo do maciço sanitário a partir de valas de infiltração.

Quanto ao indicador 42, destaca-se que todos os aterros tiveram excelentes avaliações. Todos os CTRs tem projetos operacionais ou em fase final de execução para a queima, recuperação energética e comercialização do biogás gerado. Tal constatação evidenciou que os investimentos na recuperação do biogás não tangenciam apenas à preocupação ambiental com a redução de impactos derivados da emissão de gases de efeito estufa ou a exigência dos órgãos ambientais de controle, mas sim, novas oportunidades de negócios a partir da comercialização do metano, acabando por amortizar custos operacionais e/ou elevar a rentabilidade do negócio a partir de novas receitas. Tais ações, direta ou indiretamente, estão potencializando a sustentabilidade operacional dos empreendimentos avaliados!

Factualmente, sistemas de controle mais sofisticados e que promovam uma maior proteção ao meio ambiente e potencializem a sustentabilidade dos CTRs devam ser muito valorizados, por estes motivos acredita-se que os indicadores 41 e 42 também deveriam ter maior significância na metodologia ISOAS.

Vale apenas destacar um indicador em especial para corroborar com a presente discussão, o de número 67, “Funcionamento do sistema de tratamento de chorume - Deve ser verificado o atendimento aos padrões da Resolução CONAMA Nº 430/12”. A avaliação do referido indicador foi estratificada em “Adequado” (Significância 10), “Deficiente” (Significância 5) e “Inadequado” (Significância 0). O CTR Nova Iguaçu teve atendimento parcial, sendo julgado deficiente, o CTR Santa Rosa foi julgado adequado, assim como o CTR São Gonçalo. O CTR Dois Arcos foi julgado inadequado. A avaliação deste item se deu através da análise dos últimos Relatórios de Auditoria Ambiental (RAA) protocolados pelas empresas junto ao INEA.

Há algumas questões que ficaram evidentes nos resultados e, a partir de então, merecem ser aprofundadas nesta discussão. Primeiramente, entende-se que este deveria ser um dos indicadores de maior significância em toda a metodologia ISOAS em função da magnitude dos riscos ambientais derivados do seu não atendimento. Outra questão está associada aos documentos base para a atribuição da significância dos indicadores. Utilizou-se o RAA para os quatro aterros coparticipantes, entretanto, destaca-se que o documento não apresenta o nível de detalhamento suficiente para uma boa análise dos parâmetros físicos, químicos e biológicos necessários à correta avaliação do indicador. Desta forma, entende-se que, em casos futuros, este indicador deva ser avaliado, única e exclusivamente através da análise, as mais recentes possíveis, de amostras do lixiviado bruto e tratado para que se possa verificar, de maneira mais assertiva, o atendimento aos parâmetros e padrões exigidos pela Resolução CONAMA Nº 430/12.

Na subárea “Documentos básicos e diretrizes operacionais”, o desempenho obtido também foi de 94%. Observa-se um compromisso das empresas gestoras com a qualidade operacional dos aterros bem como com o registro de suas atividades e ações de forma transparente. Todos os aterros pontuaram integralmente ou parcialmente por possuírem: 1) Plano de atendimento à emergências; 2) Plano de amostragem e análise de resíduos; 3) Licença de Operação para todas as unidades do aterro; 4) Outorga de lançamento para o efluente tratado na ETC (caso haja lançamento); 5) Plano de avanço definido em projeto e disponível no aterro; 6) Plano

de encerramento em projeto e disponível no aterro; 8) Plano de inspeção e manutenção do maquinário disponível no aterro; 9) Registros de treinamentos e; 10) Registros operacionais acessíveis.

Destaca-se que estas exigências também derivam das NBRs supracitadas, denotando uma atuação rigorosa dos órgãos ambientais durante o rito de licenciamento ambiental, bem como o desenvolvimento de bons projetos, baseados em elevada expertise técnica, rigor normativo e compromisso na prestação de um serviço de qualidade e transparente.

A análise do grupo de indicadores econômicos, resultou em uma eficiência média de 56%. Entretanto, cabe destacar que o indutor desta pontuação menor foi o CTR Dois Arcos, que teve apenas 11% de eficiência neste grupo, contra 70% do CTR Nova Iguaçu, 62% do CTR Santa Rosa e 80% do CTR São Gonçalo. Face à essa significativa oscilação de resultados, julga-se pertinente avaliar com maior detalhe os subgrupos “Avaliação da Disponibilidade de EMO” e “Análise de Inadimplência”.

Nota-se que no primeiro subgrupo, há uma certa tendência na eficiência dos resultados, 92% para o CTR Nova Iguaçu, 85% para o CTR Santa Rosa, 80% para o CTR São Gonçalo e 85% para o CTR Dois Arcos, representando uma eficiência média de 85% nos quatro aterros avaliados. Logo, o resultado médio do grupo está sendo prejudicado em função do segundo subgrupo de indicadores.

A análise de inadimplência mostrou-se uma ferramenta importante para refletir a realidade da sustentabilidade operacional dos aterros. Quando se analisa os seus resultados, verifica-se que, devido à pontuação negativa de seus indicadores, quanto menor for o percentual obtido, melhor é o desempenho do aterro. Esta é uma condição diametralmente oposta à lógica de todos os demais grupos, subgrupos e subáreas de indicadores da metodologia. Por este motivo, entende-se que este quesito deva ser analisado por dois prismas diferentes, percentual de inadimplência e monetário.

Desta forma, o CTR São Gonçalo apresentou 0,75% de inadimplência, o CTR Nova Iguaçu, 24%, o CTR Santa Rosa, 14%, e o CTR Dois Arcos, 66%. Quando analisamos este cenário por uma perspectiva monetária, verifica-se que a inadimplência no CTR São Gonçalo soma o montante de R\$ 144.534,00, no CTR Dois Arcos, R\$ 7.671.000,00, no CTR Nova Iguaçu, R\$ 8.206.200,00 e no CTR Santa Rosa R\$ 13.753.980,00. O CTR em melhor condição neste quesito é o CTR São Gonçalo, percentualmente e monetariamente. O CTR Dois Arcos apresenta o pior percentual,

entretanto, a terceira posição em termos monetários. O CTR Santa Rosa apresenta o segundo menor percentual e o valor monetário de dívida mais expressivo.

Logo, entende-se que a análise de inadimplência deva ocorrer sob os dois prismas mencionados para que seja realizada uma boa verificação da condição de sustentabilidade operacional dos aterros. Há dois pontos a serem considerados nesta temática. O primeiro ponto tangencia a surpresa de se constatar que, apesar da inadimplência, os aterros apresentaram, em média, um desempenho de 87% no grupo de indicadores técnico-ambientais.

Logo, apesar das dificuldades enfrentadas, entende-se que a competente atuação dos gestores das unidades vem sendo um grande diferencial na manutenção da qualidade operacional dos aterros. O segundo ponto refere-se aos problemas potenciais derivados da permanência desta inadimplência com os aterros enfrentando maiores dificuldades para conduzir a operação e manter a qualidade da mesma.

Esta linha de raciocínio pode esclarecer, pelo menos em parte, o desempenho geral constatado no CTR Dois Arcos. O CTR apresenta o maior percentual de inadimplência e o menor resultado gerado do ISOAS. Logo, entende-se que, apesar de toda a técnica envolvida na metodologia ISOAS, o subgrupo de indicadores mais sensível da mesma é “análise de inadimplência”, que tende a zerar o desempenho econômico, impactando de maneira muito significativa no resultado geral do ISOAS.

Ao analisarmos o grupo de indicadores socioambiental, percebe-se a eficiência média de 72%. O CTR Dois Arcos obteve a melhor eficiência, 88%, seguido dos CTRs Nova Iguaçu e Santa Rosa, com 77% e do CTR São Gonçalo com 53%. Entretanto, vale ressaltar que no CTR Dois Arcos teve de ser adotada a técnica 2 para avaliação dos indicadores socioambientais. Esta fragilidade metodológica poderia vir a suscitar questionamentos sobre este resultado gerado, entretanto, entende-se que a técnica 2 apresenta a robustez técnica necessária para uma correta avaliação dos riscos ambientais derivados dos impactos percebidos, conforme detalhado na metodologia.

Apesar do exposto, entende-se que há uma sensibilidade a ser considerada no processo de aplicação da técnica 2. Indiscutivelmente a percepção dos impactos estará vinculada à subjetividade do avaliador do ISOAS (um único avaliador) e das condições operacionais constatadas no momento da aplicação da técnica 2. Considerando o dinamismo da atividade, apesar da robustez técnica da técnica 2, acredita-se que o relato isento de um residente nas proximidades possui um valor técnico intangível de extrema valia para uma avaliação precisa da condição

socioambiental dos aterros. Por este motivo, entende-se que a metodologia 2 não deve ser considerada uma regra para a constituição do ISOAS, mas sim uma forma alternativa de compor o índice, aplicável somente em casos de inviabilidade da realização das entrevistas.

Em função das condições relatadas, a discussão proposta a seguir ficou restrita às análises percentuais dos resultados obtidos quanto à percepção dos impactos ambientais. Identificou-se que o CTR com maior percentual de percepção de impactos ambientais foi o Dois Arcos, com 55% dos impactos possíveis percebidos, seguido do CTR São Gonçalo, com 40%, do CTR Nova Iguaçu, com 31% e do CTR Santa Rosa com 30%.

Quando se estratifica estes resultados para impactos negativos, verificamos que, novamente, o CTR Dois Arcos apresenta maior percentual de percepção, com 55%, seguido do CTR São Gonçalo, com 36%, do CTR Nova Iguaçu, com 18% e CTR Santa Rosa, com 18%. Na estratificação para impactos positivos, identifica-se o CTR Nova Iguaçu se destaca com 51% dos impactos percebidos, seguido do CTR Santa Rosa, com 49% e do CTR São Gonçalo, com 46%; A técnica 2 não contempla a avaliação de impactos ambientais positivos, por este motivo o CTR Dois Arcos não foi avaliado neste quesito.

Vale destacar que, dentre os impactos ambientais negativos possíveis, apenas os incômodos devido ao mau cheiro exalado pela disposição dos resíduos (odor) e devido à suspensão de poeira em função do tráfego de caminhões pelas vias de acesso e/ou operação regular do aterro (material particulado) foram constatados em todos os aterros avaliados. A percepção do odor foi o impacto negativo de maior relevância nos resultados, em média, 85% dos relatos indicaram a sua ocorrência, sendo unanimidade entre os entrevistados apenas no CTR São Gonçalo. Em nenhum dos casos avaliados há relato ou constatação de contaminação de água superficial ou subterrânea através de alteração de cor, odor e/ou sabor do recurso, assim como não há constatação de vetores terrestres (insetos e roedores) nas residências em função das atividades do CTR.

No CTR Santa Rosa, apenas três em onze impactos possíveis foram identificados, contra seis no CTR Nova Iguaçu, seis no CTR Dois Arcos e oito no CTR São Gonçalo. Apenas no CTR Nova Iguaçu foram relatados incômodos derivados da poluição sonora (barulho) em função da movimentação de maquinário pesado em horário noturno. Apenas no CTR São Gonçalo foram relatados incômodos oriundos

do vazamento de lixiviado dos caminhões compactadores que trafegam nas vias de acesso ao aterro. Apenas no CTR Dois Arcos não foi percebida a presença significativa de vetores aéreos (urubus e moscas). Apenas no CTR Santa Rosa não foram relatados incômodos derivados da queda de resíduos volantes nas vias públicas.

Quanto aos impactos ambientais positivos, destaca-se que todos os sete impactos possíveis foram relatados/percebidos pelos residentes no entorno da atividade. Todos os entrevistados, nos três CTRs avaliados, relataram haver melhorias nas vias públicas e, conseqüentemente na trafegabilidade de veículos após a chegada dos CTRs. Na análise dos CTR Nova Iguaçu e São Gonçalo, identificou-se que quatro dos sete impactos possíveis foram relatados. Já no CTR Santa Rosa, seis em sete.

Um ponto de extrema relevância ficou evidente após a análise dos resultados socioambientais. Dentre os CTRs, o Santa Rosa obteve a menor pontuação na subárea características fisiográficas (67% de eficiência), bem como a menor pontuação na subárea interface socioambiental (77% de eficiência)⁷. Entretanto, nas entrevistas, foi o aterro com o menor número de impactos negativos percebidos e maior número de impactos positivos percebidos. Esta questão suscita uma discussão importante a ser feita, a relevância de um bom projeto e de uma boa gestão operacional na percepção de impactos.

Quando se avalia o subgrupo infraestrutura deste aterro verificamos que ele é o único que obteve 100% de aproveitamento nas subáreas “avaliação da infraestrutura implantada” e “avaliação do sistema de controle implantado”. No subgrupo condições operacionais, verifica-se que ele obteve um excelente desempenho, 94% de aproveitamento na subárea “características operacionais”, 100% na “avaliação dos sistemas de controle ambiental” e 99% na “documentos básicos e diretrizes operacionais”.

Logo, entende-se que as fragilidades fisiográficas e de interface socioambiental, inerentes às características locais, estão sendo compensadas por uma infraestrutura e operação de excelência. Ressalta-se a sofisticação do projeto desenvolvido, seu rigor tecnológico e zelo pelos aspectos ambientais da atividade. Também há de se considerar que, quando se analisa os resultados econômicos de

⁷ O CTR Dois Arcos obteve a mesma pontuação nesta subárea.

maneira integrada, o CTR ainda tem que administrar à maior dívida de seus clientes (R\$ 13.753.980,00), colocando o mesmo, na perspectiva do pesquisador, como um caso de sucesso na gestão sustentável de aterros sanitários.

Vale frisar que, a partir da análise integrada procedida, entende-se que todos os aterros tiveram bons desempenhos. Apenas a título de simulação, caso a inadimplência fosse ignorada, os resultados gerais dos ISOAS seriam: 85% de eficiência, o que representaria um índice de sustentabilidade “quatro estrelas” para os CTRs Nova Iguaçu e Santa Rosa; 84%, “quatro estrelas” para o CTR Dois Arcos e 74%, “três estrelas” para o CTR São Gonçalo.

Certamente a inadimplência não é algo de responsabilidade do prestador do serviço, mas sim do tomador do mesmo. Apesar de se entender que este quesito não seja de competência das empresas gestoras dos aterros, as mesmas acabam tendo a sua sustentabilidade prejudicada em função de uma conduta não honrosa aos compromissos assumidos por seus clientes. Apesar do grau de utopia que envolve esta argumentação, entende-se que os compromissos firmados por Prefeituras e demais geradores ao contratar ou conceder um serviço de disposição final de resíduos devem ser arcados de forma ética e íntegra a fim de se evitar reações em cadeia que acabem por impactem nas rotinas operacionais dos aterros, na redução da qualidade do serviço prestado e, conseqüentemente, na sustentabilidade do mesmo.

A inadimplência aumenta os riscos de ocorrência de impactos ambientais, podendo, a depender do contexto, colocar em risco o equilíbrio ecológico do ambiente. Desta forma, entende-se que, à luz do artigo 225 da constituição de 1988, cabe ao Poder Público, bem como à própria coletividade defendê-lo de práticas que coloquem em risco as funções ecológicas, bem como protegê-lo. No parágrafo terceiro do referido artigo determina-se que “[...] as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados”.

Logo, comprovada a insuficiência operacional do aterro e a redução de seus níveis de sustentabilidade em função da inadimplência das Prefeituras e/ou demais geradores, salvo melhor juízo, acredita-se que haja brechas para uma atuação mais incisiva do Poder Público com vistas a penalizar administrativamente e até mesmo criminalmente clientes devedores, bem como co-responsabilizar os mesmos por possíveis danos ambientais causados e viabilizar a quitação de débitos com a máxima

urgência. Obviamente que as questões jurídicas envolvidas nesta celeuma carecem de um aprofundamento que fogem dos objetivos da presente pesquisa, mas vislumbra-se, administrativamente, a hipótese favorável à esta atuação do Poder Público em prol da sustentabilidade operacional dos aterros sanitários.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Esta tese teve como objetivo central a proposição de métrica para avaliação de desempenho ambiental de aterros sanitários. Para tal, foi necessário desenvolver, parametrizar e integrar indicadores de desempenho técnico-ambientais, econômicos e socioambientais para posterior constituição do Índice de Sustentabilidade Operacional de Aterros sanitários (ISOAS). Adicionalmente, intencionou-se a aplicação da metodologia em aterros sanitários a fim de se criticar o seu manuseio, gerar resultados e discutir os mesmos.

A metodologia baseou-se na realização de revisão bibliográfica para posterior proposição dos indicadores de desempenho constituintes do ISOAS. Os indicadores técnico-ambiental foram divididos em três subgrupos (características locais, infraestrutura implantada e condições operacionais). Os indicadores econômicos representam equilíbrio financeiro das rotinas operacionais dos aterros sanitários a partir da análise integrada de custos, receitas e inadimplência. Por fim, os indicadores sociais visam avaliar a percepção da comunidade residente e domiciliada na área de influência direta do aterro acerca da ocorrência de impactos ambientais causados na operação normal do aterro sanitário. Através do método Delphi, a pertinência e a significância dos indicadores propostos foram avaliadas por um rol de especialistas a fim de reduzir a subjetividade inerente à proposta metodológica. Em ato contínuo desenvolveu-se um modelo matemático para a obtenção do ISOAS com base no conceito *Triple Bottom Line* (TBL).

Quanto aos resultados gerados, destaca-se que a aplicação isolada do ISOAS representa um “retrato” das condições de sustentabilidade, logo, recomenda-se uma avaliação periódica para a identificação de tendências e ações que representem melhorias efetivas na sustentabilidade operacional dos aterros. Através do uso da ferramenta, acredita-se que seja possível: 1) identificar e registrar tendências operacionais; 2) Identificar problemas crônicos e agudos da operação; 3) Identificar fatores limitantes do nível de sustentabilidade pretendido; 4) Aferir o engajamento dos stakeholders; 5) Identificar percepções de grupos sociais; 6) Priorizar investimentos; 7) Priorizar ações de controle; 8) Desenvolver, orientar, subsidiar, analisar e acompanhar políticas públicas municipais, consorciadas e/ou estaduais direcionadas para a otimização e regionalização dos sistemas de gestão integrada de RSU e etc.

No que tange a discussão, foram abordadas questões acerca da constituição e do manuseio do ISOAS e questões acerca dos resultados da aplicação da metodologia em campo. Quanto à constituição do ISOAS, destaca-se a robustez técnica da metodologia, sintonia com as práticas contemporâneas de avaliação operacional de aterros sanitários e o atendimento aos preceitos conceituais do TBL para avaliação de sustentabilidade.

Quanto ao manuseio, vislumbra-se o uso por empresas públicas e privadas, responsáveis pela implantação, operação, fiscalização, monitoramento e auditoria de aterros sanitários. Acredita-se que uso da ferramenta contribua para a melhoria de projetos técnicos e de processos gerenciais, bem como auxilie em processos decisórios no âmbito do licenciamento e pós-licenciamento ambiental.

A discussão derivada da aplicação em campo do ISOAS gerou relevantes questões. Destaca-se o elevado desempenho dos CTRs no subgrupo infraestrutura implantada, denotando total sintonia dos projetos com as expectativas das normativas vigentes e, conseqüentemente, com as exigências dos órgãos ambientais competentes. Também vale o destaque à análise de inadimplência integrada à metodologia de avaliação dos indicadores econômicos, que se mostrou eficiente para refletir uma difícil realidade operacional dos aterros avaliados e, conseqüentemente da sustentabilidade dos mesmos.

A partir dos resultados gerados e discussões realizadas, acredita-se haver oportunidades de desenvolvimento de políticas públicas que valorizem aterros sanitários que atinjam maiores níveis de sustentabilidade. Algumas iniciativas como a redução de burocracia para a renovação de licenças, ou a criação de linhas de crédito específicas para o financiamento de expansões, ampliações e construções de novas unidades podem figurar como indutores de novas políticas públicas para a valorização de CTRs sustentáveis.

Da mesma forma, ações de comando e controle mais rigorosas, capitaneadas pelo órgão ambiental competente, bem a aplicação de instrumentos jurídicos específicos, como a assinatura de Termos de Ajustamento de conduta entre empresas, Ministério Público, Prefeituras e outros, podem figurar como ações necessárias para regular a qualidade operacional dos aterros e, conseqüentemente, elevar os níveis de sustentabilidade dos mesmos.

Acredita-se que, a adoção de políticas públicas direcionadas para aumentar a visibilidade e a transparência acerca da sustentabilidade operacional dos aterros de

uma dada região e/ou Estado, seja de extrema relevância para a construção de um sistema de gestão integrada de resíduos mais eficiente, e conseqüentemente, mais seguro socio ambientalmente.

Iniciativas simples como a divulgação de um inventário anual com o balanço da geração e destinação final ambientalmente adequada dos RSUs nos municípios de uma região e/ou Estado, bem como a apresentação de um ranking dos aterros mais sustentáveis, certamente, potencializaria a melhoria da qualidade operacional dos CTRs. O cenário de inter-regulação, os possíveis prejuízos à imagem a partir de um mau resultado e os desgastes políticos derivados do mesmo fomentariam melhores práticas de sustentabilidade nos aterros.

Desta forma, entende-se que a análise integrada do ISOAS em uma região e/ou Estado, produzida por um órgão público ou uma organização não governamental poderia figurar como uma relevante ferramenta para a gestão pública. Os processos decisórios, a fiscalização, às ações de comando e controle e o monitoramento ambiental poderiam ser otimizados a partir do planejamento, execução monitoramento e análise crítica das ações que integram o ISOAS e seus resultados. Dada a devida transparência aos mesmos e com uma participação ativa dos *stakeholders* deste processo, acredita-se que o uso da ferramenta tenda a melhorar a sustentabilidade dos aterros e, conseqüentemente, dos sistemas públicos de gestão integrada.

Da mesma forma, se acredita que a adoção da metodologia ISOAS nas rotinas operacionais dos aterros sanitários tendem a propiciar a identificação de problemas crônicos que, quando resolvidos, promovem a elevação do nível de sustentabilidade dos aterros sanitários avaliados. Esta ação pode estabelecer um ciclo de melhoria contínua, compelindo os gestores públicos e privados, a uma atuação adequada promovendo a sustentabilidade operacional e ambiental deste tipo de empreendimento.

7. SUGESTÕES:

Em função de não haver disponibilidade adicional de tempo, bem como de orçamento para a realização de uma pesquisa de campo mais abrangente, que viesse a considerar uma maior quantidade de aterros sanitários; com diferentes portes operacionais; diferentes modelos administrativos (operação exclusivamente pública e consorciadas); diferentes regiões do País; e uma maior frequência de avaliação de cada aterro, recomenda-se para trabalhos futuros, a ampliação da malha amostral considerada, de acordo com os termos sugeridos acima. Entende-se que esta ampliação seria extremamente benéfica para a consolidação da metodologia e uma avaliação mais detalhada quanto ao manuseio da ferramenta ISOAS e os resultados gerados pela mesma.

Adicionalmente, recomenda-se o acompanhamento de um determinado aterro sanitário, através da aplicação da metodologia ISOAS por um período de um ano (perpassando todas as estações do ano, períodos chuvosos e de seca), com visitas minimamente quinzenais, para a formação de uma série histórica mais robusta. Acredita-se que o controle estatístico dos resultados poderá fornecer importantes informações sobre os efeitos de cada estação do ano na rotina operacional do aterro, ou seja, em sua qualidade operacional, nos custos, na percepção de impactos ambientais e, conseqüentemente na sustentabilidade do mesmo. Tal proposta pode ser realizada também de maneira integrada, com diferentes aterros, com vistas a realizar um confronto de cenários e verificar tendências regionais em função das estações do ano.

Uma outra proposta de trabalho futuro está associada a revisão/reavaliação dos indicadores constituintes do ISOAS à luz das considerações feitas na discussão desta tese, haja visto que se sinaliza a existência de oportunidades para a otimização dos critérios de pertinência e relevância adotados. Acredita-se que, através da realização de novas rodadas da técnica Delphi, considerando a ampliação do número de especialistas consultados; um maior número de regiões do País avaliadas (quicá, internacionais) e o posterior confronto dos resultados obtidos com os originais, também seja possível constituir uma contribuição científica relevante.

Acredita-se que a realização de análises exclusivas por grupos de indicadores também poderia vir a constituir uma relevante pesquisa científica. Analisar apenas

indicadores técnico-ambientais, econômicos ou socioambientais de um rol de aterros poderia corroborar com a identificação de tendências não imediatamente observáveis quando se aplica uma metodologia mais ampla como se propõe o ISOAS. O detalhamento da pesquisa por grupos iria propiciar uma discussão ainda mais profunda sobre o contexto dos indicadores, suas pertinências e significâncias, o que poderia levar a uma otimização dos mesmos e o aumento de suas eficácias.

Sob uma perspectiva jurídica, acredita-se que haja espaço para a realização de um estudo específico sobre a pertinência legal da institucionalização do modelo ISOAS ou similar para avaliação de sustentabilidade de aterros sanitários. Entende-se que, por se tratar de uma ferramenta de gestão completa, que gera sensíveis resultados sobre a condição de segurança ambiental dos aterros (passíveis de EIA em função de seu significativo potencial poluidor), haja espaço para a análise de pertinência de desenvolvimento de um instrumento jurídico (Lei; Norma Técnica; Norma Operacional; Diretriz; Instrução Técnica e etc.), a ser aplicada ou controlada pelos órgãos competentes, com vistas a padronização de procedimentos de avaliação e divulgação de resultados à sociedade.

Por fim, sugere-se o confronto de resultados obtidos com a aplicação do ISOAS em um determinado aterro, ou rol de aterros, com as metodologias utilizadas pelo INEA, no Estado do Rio de Janeiro (IQDR-RJ) e CETESB, no Estado de São Paulo (IQA). Seria interessante academicamente confrontar as exigências metodológicas, seus indicadores e seus resultados a fim de se verificar pontos de convergência, divergência e a abrangência. Quiçá, através desta sugestão de pesquisa futura, seja possível alcançar um modelo híbrido das metodologias, mais sofisticado e preciso do que os atuais, potencializando assim a proteção ao meio ambiente, bem como padronizando critérios de avaliação de qualidade no âmbito nacional.

REFERÊNCIAS

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em: 08 de setembro de 2019.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2016. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em: 08 de setembro de 2019.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2015. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em: 08 de setembro de 2019.

ADISSI, P. J., PINHEIRO, F. A., CARDOSO, R. S., **Gestão Ambiental de Unidades Produtivas**. 1º ed. Rio de Janeiro. Editora Elsevier. 2013, 451 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 8.418: Apresentação de projetos de aterros de resíduos industriais perigosos – Procedimento. Rio de Janeiro, 1983.

_____. NBR 8.419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos: procedimento. Rio de Janeiro, 1992.

_____. ABNT. NBR 8.849: Apresentação de Projetos de Aterros Controlados de Resíduos Sólidos Urbanos: classificação. Rio de Janeiro, 1985.

_____. ABNT. NBR ISO 9.000: Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro, 2015.

_____. ABNT. NBR ISO 9.001: Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos. Rio de Janeiro, 2015.

_____. NBR 10.004: Resíduos Sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. NBR 10.157: Aterros de resíduos perigosos - Critérios para projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1992.

_____. NBR 13.896: Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

_____. NBR 15.849: Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento. Rio de Janeiro, 2010.

_____. ABNT. NBR ISO 14.001: Sistemas de gestão ambiental — Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2015.

_____. NBR ISO 14.031: Gestão ambiental - Avaliação de desempenho ambiental. Rio de Janeiro, 2015.

BARROS, R. L. P. **Gestão Ambiental empresarial**. Rio de Janeiro, Editora FGV, 2013. 207p.

BELL, S.; MORSE, S. ***Sustainability Indicators: Measuring the immeasurable?*** 2.ed. London: Earthscan, 2008.

BELLEN, H. M. V. **Indicadores de Sustentabilidade: Uma análise comparativa**. 2. Ed. Rio de Janeiro, Editora FGV, 2006. 253 p.

BRASIL. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981. Lei complementar nº 140 de 8 de Dezembro de 2011;

BRASIL. Constituição Federal de 05 de outubro de 1988. Brasília: CN, 1988.

BRASIL. Lei 6.938. Institui a Política Nacional de Meio Ambiente. 31 de agosto de 1981. Brasília: MMA, 1981.

BRASIL. Lei 11.107. Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências. 06 de abril de 2005. Brasília: MMA, 2005.

BRASIL. Lei 11.445. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei n 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. 05 de janeiro de 2007: MMA, 2007.

BRASIL. Lei 12.305. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos de 02 de agosto de 2010; decreto nº7.404, de 23 de dezembro de 2010. Brasília, 2010.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986. Estabelece as definições, responsabilidades, critérios básicos e diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Publicado no D.O.U. de 17 de fevereiro de 1986.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 237, de 09 de dezembro de 1997. Estabelece procedimentos e critérios para o licenciamento ambiental. Publicado no D.O.U. de 22 de dezembro de 1997.

BRASIL, Resolução CONAMA 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. Publicado no D.O.U. de 12 de novembro de 2008.

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de Projetos**. Rio de Janeiro, Editora Elsevier, 1994. 266 p.

CAPELINI, M.; MANSOR, M. T. C; CARVALHO, C. T. R. L.; FILET, M.; CAMARÃO, T. C. R.; **Estudo de um índice de gestão de resíduos sólidos urbanos para o Estado de São Paulo**. 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos – Ano Base 2018**. São Paulo. Disponível em: < <https://cetesb.sp.gov.br/residuossolidos/residuos-solidos/residuos-urbanos-saude-construcao-civil/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em 07 de setembro de 2019.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos – Ano Base 2017**. São Paulo. Disponível em: < <https://cetesb.sp.gov.br/residuossolidos/residuos-solidos/residuos-urbanos-saude-construcao-civil/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em 07 de setembro de 2019.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos – Ano Base 2016**. São Paulo. Disponível em: < <https://cetesb.sp.gov.br/residuossolidos/residuos-solidos/residuos-urbanos-saude-construcao-civil/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em 07 de setembro de 2019.

COELHO, H. M. G; LANGE, L. C.; JESUS, L. F. L. SATORI, M. R.; **Proposta de um Índice de destinação final de resíduos sólidos industriais**. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.16, n.3, julho/setembro de 2011, 307-316.

CUREAU, S.; GISI, M. J.; ARAÚJO, L. M. **Deficiências em estudos de impacto ambiental: Síntese de uma Experiência**. Brasília: Ministério Público Federal, 4ª Câmara de Coordenação e Revisão: Escola Superior do Ministério Público da União, 2004.

CUNHA, C. E. S. C. P; **Gestão de resíduos perigosos em refinarias de petróleo**. 2009. 128 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PEAMB), Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro. 2009.

CUNHA, M. E. G.; SILVA, M. F; **Análise de instrumentos de gestão ambiental visando a melhoria contínua do índice de qualidade de aterro de resíduos – IQR** São Paulo. Disponível em: <http://biogas.cetesb.sp.gov.br> Acesso em 07 de setembro de 2019

DAHL, A. L.; *The Big Picture: Comprehensive Approaches. Part One – Introduction*. In Moldan, B., Billharz, S and Matravers, R (eds.) **Sustainability Indicators: A Report on the Project on Indicators of Sustainable Development**, John Wiley and Sons, Chichester, p. 69-83.

DEPONTI, C. M.; **A multidisciplinaridade no enfrentamento das questões ambientais e a economia ecológica**. In: XLV CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 2007. Paraná. Resumos

DRUKER, P. **O gestor eficaz**. 11° ed Rio de Janeiro, Editora LTC, 1990. 228 p.

EEA - EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. **EEA core set of indicators Guide**. Disponível em: < https://www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2005_1>. Acesso em: 07 de setembro de 2019.

EPA – United States Environmental Protection Agency. **Advancing Sustainable Materials Management: 2015 Fact Sheet. 2018**.

FENKER, E. A., DIEHL, C. A., ALVES, T. W., KALINOWSKI, C. **Gestão Ambiental: Incentivos, Riscos e Custos**. 1° ed. São Paulo. Editora Atlas. 2015, 213 p.

FERNANDES, R. et al. **Avaliação da percepção ambiental da sociedade frente ao conhecimento da legislação ambiental básica**. Revista de Direito, Estado e Sociedade - PUC Rio, Rio de Janeiro, n.33, p. 149-160, jul./dez. 2008.

FERREIRA, J. A. **Resíduos sólidos: perspectivas atuais**. In: SISINNO, C. L. S. et al. Resíduos sólidos, ambiente e saúde: uma visão multidisciplinar. 3.ed. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2006, Cap.1, p.19-40.

FRANCISCHINI, A. S. N e FRANCISCHINI, P. G. **Indicadores de Desempenho: Dos Objetivos à Ação – Métodos para elaborar KPIs e obter resultados**. 1° ed. Rio de Janeiro. Editora Alta Books. 2017, 448 p.

GARCIA, K. C. **Avaliação de impactos ambientais**. Curitiba: InterSaberes, 2014, p. 221.

GIBSON, R. B. et. Al. **Sustainability Assessment: Criteria, Processes and Applications**. London: Earthscan, 2005, p.254.

GIBSON, R. B. **Beyond the pillars: Sustainability Assessment as a framework for effective integration of social, economic and ecological considerations in significant decision-making**. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, v.8, n.3, p.259-280, 2006.

INEA - INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE: Norma Operacional (NOP) 031/2015. Rio de Janeiro, 2015.

INSTITUTO ETHOS. Indicadores Ethos para negócios sustentáveis e responsáveis. Disponível em: <<https://www.ethos.org.br/conteudo/indicadores/#.XXQeayhKjIU>> Acesso em 07 de setembro de 2019.

JACCOUD, C. **Comentários à Legislação Ambiental do Estado do Rio de Janeiro**. 1° ed. Rio de Janeiro. Editora Lumen Juris. 2017, 564 p.

JUCÁ, J.F.T. et al. **Análise das diversas tecnologias de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão**. Jaboaão dos Guararapes (PE): UFPE - BNDES, CCS Gráfica Editora Ltda, 2014.

KAERCHER, A. R., LUZ, D. F., **Gerenciamento de Riscos: Do ponto de vista da gestão da produção**. 1º ed. Rio de Janeiro. Editora Interciência. 2017, 184 p.

KRELING, M.T. **Aterro sanitário da Extrema e resíduos sólidos urbanos domiciliares: percepção dos moradores** - Porto Alegre – RS. 2006. 156p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

KLIGERMAN, D. C. **A Era da reciclagem X A Era do desperdício**. In: SISINNO, C. L. S. et al. Resíduos sólidos, ambiente e saúde: uma visão multidisciplinar. 3.ed. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2006, Cap.5, p.99-110.

MAZZALLI, R., SCHLEDER, A., PEDREIRA, E. R. **Gestão de negócios sustentáveis**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2013. p 184.

MANSOLDO, A. **Educação ambiental na perspectiva da ecologia integral: Como educar nesse mundo em desequilíbrio?** Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2012. P 122.

MARQUES, R. F. P. V. **Impactos ambientais da disposição de resíduos sólidos urbanos no solo e na água superficial em três municípios de Minas Gerais**. 2011. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

MELAZO, G.C. **Percepção ambiental e educação ambiental: uma reflexão sobre as relações interpessoais e ambientais no espaço urbano**. Revista Olhares e Trilhas – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, v.6, n.6, p.45-51, jan./dez. 2005.

MONTEIRO, J. H. P. et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 193 p.

MOREIRA, J. C. **Resíduos sólidos, ambiente e saúde: uma visão multidisciplinar**. 3.ed. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2006, 138 p.

MOTA, J. A.; ALVAREZ, A. R. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos: Relatório de Pesquisa**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf>. Acesso em: 07 de setembro de 2019.

OKAMOTO, J. **Percepção ambiental e comportamento**. São Paulo: Editora Mackenzie, 2002. 128 p.

PALMA, I.R. **Análise da percepção ambiental como instrumento ao planejamento da educação ambiental**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

PHILIPPI JR, A., ROMERO, M, A. e BRUNA, G. C. **Curso de Gestão Ambiental**. 2° ed. Barueri. Editora Manole. 2014, 1.245 p.

PHILIPPI JR, A., MALHEIROS, T. F. **Indicadores de Sustentabilidade e Gestão Ambiental**. 1° ed. Barueri. Editora Manole. 2013, 743 p.

PHILIPPI JR, A., **Saneamento, Saúde e Ambiente**. 1° ed. Barueri. Editora Manole. 2005, 842 p.

PEREIRA, T.C.G. **Política Nacional de Resíduos Sólidos e um caso de injustiça ambiental como seu efeito socioespacial: a construção do aterro sanitário em Seropédica**. In: XVII Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional, 2017, São Paulo. Anais eletrônicos. São Paulo: FAUUSP, 2017. Disponível em: <http://anpur.org.br/xviienanpur/principal/publicacoes/XVII.ENANPUR_Anais/ST_Soes_Tematicas/ST%204/ST%204.7/ST%204.7-06.pdf>. Acesso em: 07 de setembro de 2019.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/sustainable-development-goals.html>> Acesso em 07 de setembro de 2019.

RICARDO, H. S., CATALANI, G., **Manual prático de escavação, terraplanagem e escavação de rocha**. 3° ed. São Paulo. Editora Pini. 2007, 655 p.

RCRA - Resource Conservation and Recovery Act. **Part 258 – Criteria for municipal solid waste landfills**. Disponível em: <https://www.ecfr.gov/cgi-bin/retrieveECFR?gp=&SID=c94567294dff611654af7a3944a91d69&mc=true&r=PART&n=pt40.27.258#se40.27.258_11j>. Acesso em: 07 de setembro de 2019

RIBEIRO, J. W.; ROOKE, J. M. S. **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública**. 2010. p41. TCC (Especialização em Análise Ambiental) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/analiseambiental/files/2009/11/TCC-SaneamentoSa%C3%BAde.pdf>>. Acesso em: 29 mar.2017.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3.ed. – São Paulo: Atlas, 2012. 334 p.

ROCCO, R. G. **História da Legislação Ambiental Brasileira: um passeio pela legislação, pelo direito ambiental e por assuntos correlatos**. In: Ronaldo Coutinho; Flávio Ahmed. (Org.). Curso de Direito Ambiental. 1.ed.Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2012, v. , p. 03-27.

ROZADOS, H. B. F. **O uso da técnica Delphi como alternativa metodológica para a área da Ciência da Informação**. Revista Em Questão – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, v.21, n.3, p.64-86, set./dez. 2015.

RIO DE JANEIRO. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e dá outras providências. Lei Estadual nº 4191, de 30 de setembro de 2003;

SANTO, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de textos, 2004, p.184

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, Goiás**. Revista Scientia Plena, Sergipe, V. 8, N. 10. 2012.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2.ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 583 p.

SICHE, R.; AGOSTINHO, F.; ORTEGA, E.; ROMEIRO, A.; **Índices versus indicadores: Precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países**. Revista Ambiente e Sociedade, Campinas, V. 10, n.2, pp.137-148. 2007.

SILVA, C. M, ARBILIA, G. **Antropoceno: Os desafios de um novo mundo**. Revista Virtual de Química, Rio de Janeiro, V. 10, n.6, pp.1619-1647. 2018.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – Ano Base 2017**. Brasília. Disponível em: <<http://snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos>>. Acesso em 07 de setembro de 2019.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – Ano Base 2016**. Brasília. Disponível em: <<http://snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos>>. Acesso em 07 de setembro de 2019.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – Ano Base 2015**. Brasília. Disponível em: <<http://snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos>>. Acesso em 07 de setembro de 2019.

SISINO, C. L. S. **Resíduos sólidos e saúde pública**. In: SISINNO, C. L. S. et al. Resíduos sólidos, ambiente e saúde: uma visão multidisciplinar. 3.ed. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2006, Cap.2, p.41-57.

SISINO, C. L. S; OLIVEIRA, R. M. **Impacto ambientando dos grandes depósitos de resíduos urbanos e industriais**. In: SISINNO, C. L. S. et al. Resíduos sólidos, ambiente e saúde: uma visão multidisciplinar. 3.ed. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2006, Cap.3, p.59-78

TCHOBANOGLIOUS, G., KREITH, F. **Handbook of solid waste management**. 2° ed. Califórnia. McGRAW-HILL Companies. 2002, 834 p.

VALADARES, J. C. **Ambiente e comportamento: os restos da atividade humana e o “mal-estar na cultura”**. In: SISINNO, C. L. S. et al. Resíduos sólidos, ambiente e saúde: uma visão multidisciplinar. 3.ed. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2006, Cap.7, p.129-138.

VERGARA, S.E., TCHOBANOGLOUS, G., **Municipal solid waste and the Environment: A global perspective**. Annual Review of Environment and Resources. Illinois State University (environ.annualreviews.org), 2012.

VILHENA, A. **Lixo Municipal: Manual de gerenciamento integrado**. 3.ed. São Paulo: CEMPRE, 2010. 350 p.

WEETMAN, C. **Economia Circular: Conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa**. 1° ed. São Paulo. Editora Autêntica Business. 2019, 501 p.

ANEXOS:

- ANEXO I: Questionário padrão para o cálculo do IQR de São Paulo:
- ANEXO II: Questionário padrão para o cálculo do IQDR do Rio de Janeiro.
- ANEXO III: Aspectos relevantes da ABNT NBR 13.896/97: Aterros Não Perigosos: Critérios de Projeto, Implantação e Operação
- ANEXO IV: Modelo de questionário estruturado de perguntas fechadas utilizado na pesquisa socioambiental do ISOAS.
- ANEXO V: Metodologia de consolidação das entrevistas da pesquisa socioambiental do ISOAS.
- ANEXO VI: Parecer de aprovação da pesquisa socioambiental expedido pelo CEP da UERJ.
- ANEXO VII: Planilha consolidada para a análise de riscos da técnica 2.
- ANEXO VIII: Modelo de carta convite à participação da técnica Delphi
- ANEXO IX: Termos de Autorização Institucional para realização da pesquisa
- ANEXO X: Proposta comercial para identificação dos valores de aquisição dos EMOs
- ANEXO XI: Planilha consolidada com os resultados da técnica Delphi:

ANEXO I:

Questionário padrão para o cálculo do IQR de São Paulo:

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR				
MUNICÍPIO:			DATA:	
LOCAL:			AGÊNCIA:	
BACIA HIDROGRÁFICA:			USPM:	
UBIDNCA: L1: <input type="checkbox"/> L.O: <input type="checkbox"/>			TÉCNICO:	
ITEM	SUB-ITEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTOS
ESTRUTURA APROPRIADA	1. PORTARIA, BALANÇA E VIGILÂNCIA	SIM / SUFICIENTE	2	
		NÃO / INSUFICIENTE	0	
	2. ISOLAMENTO FÍSICO	SIM / SUFICIENTE	2	
		NÃO / INSUFICIENTE	0	
3. ISOLAMENTO VISUAL		SIM / SUFICIENTE	2	
		NÃO / INSUFICIENTE	0	
4. ACESSO À FRENTE DE DESCARGAS		ADEQUADO	3	
		INADEQUADO	0	
FRENTE DE TRABALHO	5. DIMENSÕES DA FRENTE DE TRABALHO	ADEQUADAS	5	
		INADEQUADAS	0	
	6. COMPACTAÇÃO DOS RESÍDUOS	ADEQUADA	5	
7. RECUBRIMENTO DOS RESÍDUOS		ADEQUADO	5	
		INADEQUADO	0	
TALUDES E INCINAÇÕES	8. DIMENSÕES E INCINAÇÕES	ADEQUADAS	4	
		INADEQUADAS	0	
	9. COBERTURA DE TERRA	ADEQUADA	4	
10. PROTEÇÃO VEGETAL		ADEQUADA	3	
		INADEQUADA	0	
	11. APLORAMENTO DE CHORUME	NÃO / NÃO SE APLICAM	4	
12. NIVELAMENTO DA SUPERFÍCIE		ADEQUADO	5	
		INADEQUADO	0	
13. HOMOGENEIDADE DA COBERTURA		SIM	5	
		NÃO	0	
14. IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO		IMPERMEABILIZADA (ITEM 15)	10	
		IMPERMEABILIZADA (ITEM 16)	0	
		CONDIÇÃO INADEQUADA	0	
15. PROFUNDIDADE FREATICA (PI X PERMEABILIDADE DO SOLO (P))		P x 3 (SI) e X 10 (SI) (SI)	4	
		P x 1 (SI) e X 10 (SI) (SI)	2	
16. DRENAGEM DE CHORUME		SIM / SUFICIENTE	4	
		NÃO / INSUFICIENTE	0	
17. TRATAMENTO DE CHORUME		SIM / ADEQUADO	4	
		NÃO / INADEQUADO	0	
18. DRENAGEM PROVISÓRIA DE ÁGUAS PLUVIAIS		SUFICIENTE / DRENADAS	3	
		NÃO / INSUFICIENTE	0	
19. DRENAGEM DEFINITIVA DE ÁGUAS PLUVIAIS		SUFICIENTE / DRENADAS	4	
		NÃO / INSUFICIENTE	0	
20. DRENAGEM DE GASES		SUFICIENTE / DRENADAS	4	
		NÃO / INSUFICIENTE	0	
21. MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS		ADEQUADO	4	
		INADEQUADO / NÃO SE APLICAM	1	
22. MONITORAMENTO GEOTÉCNICO		ADEQUADO / DRENADAS	4	
		INADEQUADO / INSUFICIENTE	1	
		REQUISITOS	0	
SUBTOTAL 1				86
ITEM	SUB-ITEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTOS
OUTRA INFORMACÃO	23. PRESENÇA DE CATADORES	NÃO	2	
		SIM	0	
	24. QUEIMA DE RESÍDUOS	NÃO	2	
		SIM	0	
	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	3	
	SIM	0		
28. RECEBIMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS		SIM (Previsão Item 28)		-
		NÃO (sem Item 28)		
29. ESTRUTURAS E PROCEDIMENTOS		SUFICIENTE / ADEQUADO	10	
		INSUFICIENTE / INADEQUADO	0	
SUBTOTAL 2.1				10
SUBTOTAL 2.2				20
CRITÉRIOS	30. PROXIMIDADES DE NÚCLEOS HABITACIONAIS	<= 50m	2	
		> 50m	0	
	31. PROXIMIDADES DE CORPOS DE ÁGUA	<= 20m	2	
		> 20m	0	
	32. VDA ÚTIL DA ÁREA	<= 2 (M ²)	0	
> 2 (M ²)		0		
33. RESTRIÇÕES LEGAIS AO USO DO SOLO	SIM	0		
	NÃO	0		
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		
[]		[]		
IQR	AVALIAÇÃO			
0,0 a 7,0	CONDIÇÕES INADEQUADAS			
7,1 a 10,0	CONDIÇÕES ADEQUADAS			

DISPÕEM EM:

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR	
MUNICÍPIO:	DATA:
LOCAL:	AGÊNCIA:
BACIA HIDROGRÁFICA:	UGRFE:
LICENÇA: L.1: <input type="checkbox"/> L.0: <input type="checkbox"/>	TÉCNICO:

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

Capacidade licenciada em ton/dia (Aterro Regional)	
CAPACIDADE LICENCIADA EM TON/DIA:	<input type="text"/>
QUANTIDADE DISPOSTA DO MUNICÍPIO EM TON/DIA (MÉDIA ANUAL): <input type="text"/>	
Tratamento de Biogás	
<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO CABE
<input type="checkbox"/> NÃO	
Coordenadas Geográficas (SAD 69)	
UTM_N (m):	<input type="text"/>
UTM_E (m):	<input type="text"/>
FUSO	<input type="checkbox"/> 22 <input type="checkbox"/> 23
Uso futuro da área	
DESCREVER	
<input type="text"/>	
Nº de Catadores	
TOTAL	<input type="text"/>
< 14 ANOS	<input type="text"/>

ANEXO II:

Questionário padrão para o cálculo do IQDR do Rio de Janeiro:

CARACTERÍSTICAS DO LOCAL			
SUB-ÍTEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTUAÇÃO
Proximidade de Núcleos Habitacionais	Longe > 500m	5	0
	Próximo < 500m	0	
Zoneamento Municipal	Adequado	5	0
	Inadequado	0	
Permeabilidade do solo de fundação (< 1x10-6 cm/s)	Adequado	5	0
	Inadequado	0	
Topografia do terreno (entre 1% e 30%)	Adequado	5	0
	Inadequado	0	
Sistema viário e acessos	Bom	5	0
	Ruim	0	
Proximidade de corpos d'água	Longe > 200m	5	0
	Próximo < 200 m	0	
Profundidade do lençol freático	> 3m	6	0
	> 1,5m e < 3m	3	
	< 1,5m	0	
Disponibilidade de material de recobrimento	Suficiente	5	0
	Insuficiente	3	
	Nenhuma	0	
Vida útil estimada	> 10 Anos	5	0
	< 10 Anos	0	
Isolamento visual da vizinhança	Bom	5	0
	Ruim	0	
Área sujeita a inundação	Sim	0	0
	Não	5	
SUB-TOTAL MÁXIMO		56	0

INFRA-ESTRUTURA IMPLANTADA NO ATERRO			
SUB-ÍTEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTUAÇÃO
Cercamento em todo perímetro do terreno	Sim	2	0
	Não	0	
Balança rodoviária	Sim	2	0
	Não	0	
Acesso à frente de trabalho	Bom	2	0
	Ruim	0	
Portão com controle de acesso (Portaria/Guarita)	Sim	2	0
	Não	0	
Sinalização interna do empreendimento	Sim	1	0
	Não	0	
Cinturão verde conforme projeto aprovado pelo INEA	Sim	3	0
	Não	0	
Faixa de proteção sanitária non-aedificant (Largura > 10 m)	Sim	2	0
	Não	0	
Sistema de comunicação interna e externa para uso em ações emergenciais	Sim	1	0
	Não	0	
Possui iluminação e energia para ações emergenciais (Inclusive a noite)	Sim	2	0
	Não	0	
Sistema artificial de Impermeabilização de base	Sim	4	0
	Não	0	
Sistema de detecção de vazamento sob o sistema artificial de impermeabilização da base	Sim	4	0
	Não	0	
Sistema de drenagem de efluentes Líquidos lixiviados	Suficiente	3	0
	Insuficiente	1	
	Inexistente	0	
Sistema de drenagem pluvial definitiva	Suficiente	3	0
	Insuficiente	1	
	Inexistente	0	
Sistema de drenagem pluvial provisória	Suficiente	3	0
	Insuficiente	1	
	Inexistente	0	
Sistema de drenagem e queima de gases	Suficiente	3	0
	Insuficiente	1	
	Inexistente	0	
Aproveitamento de gases (MDL)	Sim	4	0
	Não	0	
Monitoramento de águas subterrâneas	Suficiente	4	0
	Insuficiente	1	
	Inexistente	0	
Sistema de tratamento de chorume	Suficiente	7	0
	Insuficiente / Inexistente	0	
Monitoramento trimestral dos efluentes tratados (chorume)	Sim	4	0
	Não	0	
Nível de tratamento de chorume	Sist. Primário + Envio p/ETE	1	0
	Sist. Secundário + Envio p/ETE	2	
	Sist. Terciário + Envio p/ETE	5	
	Sist. Primário + Lançamento	1	
	Sist. Secundário + Lançamento	2	
	Sist. Terciário + Lançamento	5	
	Recirc. + Envio p/ETE	2	
	Recirc. + Primário + Envio p/ETE	3	
	Recirc.+ Secun. + Envio p/ETE	4	
	Envio para ETE	2	
	Inexistente / Recirculação	0	
Implantação de acordo com o projeto licenciado	Sim	3	0
	Parcialmente	1	
	Não	0	
SUB-TOTAL MÁXIMO		64	0

CONDIÇÕES OPERACIONAIS DO ATERRO			
SUB-ÍTEM	AValiação	PESO	PONTUAÇÃO
Aspecto geral	Bom	7	0
	Ruim	0	
Existência de Plano de Atendimento à Emergências	Sim	3	0
	Não	0	
Existência de Plano de Inspeção e Manutenção	Sim	3	0
	Não	0	
Compactação dos taludes e bermas	Adequado	4	0
	Inadequado	0	
Medição de recalque durante às etapas de operação	Adequado / Existente	3	0
	Inadequado / Inexistente	0	
Ocorrência de queima espontânea	Sim	0	0
	Não	3	
Recobrimento dos resíduos	Suficiente	7	0
	Insuficiente	2	
	Inexistente	0	
Presença de vetores aéreos (Urubus, garças ou outras aves)	Sim	0	0
	Não	4	
Presença de moscas (Em grandes quantidades)	Sim	0	0
	Não	4	
Presença de catadores de materiais recicláveis na frente de operações	Sim	0	0
	Não	4	
Presença de animais (Cachorros, porcos, bois e cavalos)	Sim	0	0
	Não	4	
Funcionamento do sistema de drenagem pluvial definitivo	Bom	3	0
	Regular	1	
	Inexistente	0	
Funcionamento do sistema de drenagem pluvial provisório	Bom	3	0
	Regular	1	
	Inexistente	0	
Funcionamento do sist. de drenagem de chorume	Bom	4	0
	Regular	2	
	Inexistente	0	
Funcionamento do sist. de tratamento de chorume (CONAMA N° 430/12)	Atende	7	0
	Não Atende	2	
	Inexistente	0	
Ponto de lançamento do efluente (chorume) tratado	Adequado	2	0
	Inadequado	0	
	Inexistente	2	
Manutenção dos acessos internos	Adequada	2	0
	Regulares	1	
	Inadequada	0	
Disponibilidade de equipamentos e veículos necessários para operação diária (Trator, Retro, Escavadeira e Caminhão)	Adequada	6	0
	Deficiente	2	
	Inexistente	0	
Eficiência do sistema de drenagem e queima de gases	Adequado	4	0
	Inadequado	0	
Recebimento de resíduos não autorizados pelo licenciamento ambiental	Sim	0	0
	Não	3	
SUB-TOTAL MÁXIMO		80	0

ANEXO III:

Aspectos relevantes da ABNT NBR 13.896/97: Aterros Não Perigosos: Critérios de Projeto, Implantação e Operação:

CONSIDERAÇÕES ACERCA DA ABNT NBR ISO 13.896/97

A norma ABNT NBR ISO 13.896/97 define critérios para o projeto, implantação e operação de aterros de resíduos não perigosos. A referida foi elaborada no Comissão de Estudo Especial Temporária de Meio Ambiente e pela Comissão de Estudo de Tratamento de Resíduos Sólidos Industriais (CE-01:603-06).

O objetivo da norma em questão é fixar as condições mínimas exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos não perigosos, de forma a proteger adequadamente as coleções hídricas superficiais e subterrâneas próximas, bem como os operadores destas instalações e populações vizinhas.

Em seu item 4, a norma enfatiza que, para assegurar o projeto, instalação e operação adequados de um aterro de resíduos não perigosos, devem ser estabelecidas exigências relativas à localização, segregação e análise de resíduos, monitoramento, inspeção, fechamento da instalação e treinamento de pessoal.

Em nota é apresentada a vinculação de seu conteúdo com a NBR 8.419, de forma que toda a instalação deve ter seu projeto desenvolvido nos moldes recomendados e previamente analisado e aprovado pelo órgão de controle ambiental.

a.1) Quanto aos critérios de localização, implantação e operação:

Segundo a norma, são condições mínimas para que um local possa ser utilizado como aterro de resíduos não perigoso:

- O impacto ambiental a ser causado pela instalação do aterro deve ser minimizado;
- A aceitação da instalação pela população deve ser maximizada;
- O empreendimento deve estar de acordo com o zoneamento da região;
- O empreendimento deve ser utilizado por um longo espaço de tempo, necessitando apenas de um mínimo de obras para início da operação.

Para atender tais condições a norma recomenda a adoção de alguns critérios e também obriga o atendimento de outros. Quanto aos critérios recomendados, destacam-se:

- **Topografia:** esta característica é fator determinante na escolha do método construtivo e durante as obras de terraplenagem para a construção da instalação do aterro. A norma recomenda que a topografia do terreno possua declividade superior a 1% e inferior a 30%;
- **Geologia e tipos de solos existentes:** estas características são importantes para a determinação da capacidade de depuração do solo e para determinar a velocidade de infiltração. A norma recomenda a existência, no local de implantação, de um depósito natural extenso e homogêneo de materiais com coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-6} cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0 m;
- **Recursos hídricos:** esta característica é relevante pois pode identificar a influência do aterro na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas próximas. A norma recomenda que o aterro esteja localizado a uma distância mínima de 200 m de qualquer coleção hídrica ou curso de água;
- **Vegetação:** esta característica é importante pois pode influenciar, favoravelmente, na escolha de uma área. A presença de vegetação induz a redução do fenômeno da erosão, bem como auxilia na retenção de poeiras e odores oriundos do maciço de lixo. Entretanto, há de se destacar os cuidados legais e normativos específicos relativos à supressão da vegetação. Não há na referida norma qualquer critério quantitativo para vegetação;
- **Acessos externos:** esta é uma característica importante pois será utilizada durante toda a operação do empreendimento. Não há na referida norma qualquer critério qualitativo ou quantitativo para o acesso. Entretanto, entende-se que os acessos devem comportar o fluxo de caminhões e carretas, se possível, executado com duas faixas de rolamento, asfaltadas e dotadas de sistema drenagem e sinalização adequados.
- **Acessos internos:** esta é uma característica relevante pois pode influenciar drasticamente na operabilidade do aterro. A norma apenas recomenda que os acessos internos e externos devem ser protegidos, executados e mantidos de maneira a permitir sua utilização sob quaisquer condições climáticas.
- **Tamanho disponível e vida útil:** esta é uma característica importante pois está vinculado à proposição de longo prazo às prefeituras e aumenta tende a

aumentar a viabilidade financeira do empreendimento. A norma recomenda a construção de aterros com vida útil mínima de 10 anos;

- **Custos:** esta é uma característica importante pois possuem alta variabilidade conforme o porte do aterro e seu método construtivo e operacional. Todo e qualquer empreendimento deve possuir um cronograma físico-financeiro para a análise de viabilidade econômica do empreendimento;
- **Distância mínima a núcleos populacionais:** esta é uma característica relevante pois o afastamento da comunidade local configura-se como uma medida de proteção sanitária da sociedade, além de evitar que incômodos sejam percebidos com maior intensidade. A norma recomenda que a distância do limite da área útil do aterro à núcleos populacionais seja superior a 500 m.
- **Iluminação e força:** Outro critério vinculado a operabilidade do aterro. A norma recomenda que o local deve ter iluminação e força de modo a permitir uma ação de emergência mesmo à noite, além de possibilitar o uso imediato dos diversos equipamentos (bombas, compressores, etc.).
- **Comunicação:** De acordo com a norma, o empreendimento deve possuir sistema de comunicação interno e externo, para pelo menos permitir o seu uso em ações de emergência.
- **Análise de resíduos:** A norma recomenda que nenhuma instalação pode iniciar o recebimento de um resíduo sem que este tenha sido previamente analisado para determinação de suas propriedades físicas e químicas, uma vez que disso depende seu correto manuseio e disposição.
- **Treinamento:** A norma enfatiza que o correto funcionamento de um aterro é fundamental na minimização de possíveis efeitos danosos ao meio ambiente. Desta forma, a capacitação dos operadores é um fator primordial e os responsáveis pelos locais de disposição devem fornecer treinamento adequado aos seus funcionários.
- **Cercamento:** a norma recomenda que seja executado o cercamento de todo o perímetro da área e operação, de forma a impedir o acesso de pessoas estranhas e animais; A norma recomenda ainda a instalação de cerca viva arbustiva ou arbórea ao redor do empreendimento, quando os aspectos relativos à vizinhança, ventos dominantes e estética assim o exigirem;

- **Controle de acesso:** a norma recomenda que seja procedido o controle de acesso através de portão e guarita;
- **Sinalização:** A norma recomenda que nos acessos ao aterro sejam disponibilizadas, em local visível tabuletas contendo os dizeres “PERIGO – NÃO ENTRE”;
- **Faixa de proteção sanitária:** A norma recomenda a previsão de faixa de proteção sanitária *non-aedificant* de no mínimo 10 m de largura.
- **Sistema de drenagem pluvial:** A norma recomenda que o projeto do sistema de drenagem pluvial deve ser dimensionado considerando um tempo de recorrência de 5 anos. A norma recomenda ainda que o sistema sempre seja inspecionado após tempestades, com o objetivo de manter, repor, desassorear e esgotar as bacias de contenção e manter o sistema em operação.
- **Emissões atmosféricas:** A norma recomenda que os aterros sanitários sejam projetados de forma a minimizar as emissões atmosféricas e promover a captação e tratamento adequado do biogás.
- **Recebimento de resíduos no aterro:** Não devem ser aceitos, no aterro, resíduos inflamáveis, reativos ou que contenham líquidos livres (nos termos da NBR 12988). A disposição de embalagens em aterro deve obedecer às seguintes condições: a) vazias e reduzidas a um volume mínimo possível; b) íntegras, com resíduos até 90% de sua capacidade, desde que estes resíduos não contenham líquidos livres.

Quanto aos critérios obrigatórios, destacam-se:

- O aterro sanitário não pode ser executado em áreas sujeitas a inundações, em períodos de recorrência de 100 anos;
- Entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático deve haver uma camada natural de espessura mínima de 1,50 m de solo insaturado. O nível do lençol freático deve ser medido durante a época de maior precipitação pluviométrica da região;
- O aterro sanitário deve ser executado em áreas onde haja predominância no subsolo de material com coeficiente de permeabilidade inferior a 5×10^{-5} cm/s;
- Os aterros sanitários só podem ser construídos em áreas de uso conforme legislação local de uso do solo.

a.2) Quanto à proteção das águas subterrâneas e superficiais:

A norma propõe que todas as instalações devem possuir um sistema permanente de monitoramento de águas subterrâneas. Entende-se que um aterro deve ser construído e operado de forma a manter a qualidade das águas subterrâneas, logo, a qualidade das águas subterrâneas, na área da instalação, deve atender aos padrões de potabilidade estabelecidos na legislação vigente. Para a realização deste monitoramento, a norma faz algumas considerações sobre a localização dos poços de monitoramento, sendo elas:

- Os poços de monitoramento devem ser instalados em número suficiente, de forma que as amostras retiradas representem a qualidade da água existente no aquífero mais alto, na área do aterro;
- O sistema de poços de monitoramento deve ser constituído de no mínimo quatro poços, sendo um a montante e três a jusante no sentido do fluxo de escoamento preferencial do lençol freático;
- Os poços devem ter diâmetro mínimo de 101,6 mm (4 pol.) e ser revestidos e tampados na parte superior para evitar contaminação das amostras.

Quanto ao período de monitoramento, a norma recomenda que o empreendimento deve ser monitorado por toda a sua vida útil e período pós-encerramento.

O programa de monitoramento deve estabelecer e citar os procedimentos para coleta, preservação e análise das amostras, além de indicar os parâmetros a serem monitorados de acordo com: a) os tipos, quantidades e concentrações dos constituintes dos resíduos a serem dispostos; b) a mobilidade, a estabilidade e a persistência desses constituintes; c) o limite de detecção do método de análise e possíveis produtos de reações que ocorrem no aquífero; d) parâmetros traçadores que indiquem a presença da pluma de contaminação.

Adicionalmente, o programa de monitoramento deve estabelecer valores naturais, o *background*, para todos os parâmetros do programa. Estes valores podem ser definidos pela tomada de amostras em poços situados a montante da instalação após o início de operação e, preferivelmente, pela amostragem do lençol antes deste início. Por uma questão de representatividade estatística, o valor natural deve ser estabelecido a partir de pelo menos quatro amostragens realizadas em intervalos de três meses.

A norma recomenda ainda a realização de uma análise de todos os parâmetros a serem monitorados, pelo menos quatro vezes ao ano, em cada poço, durante o período de vida ativa do empreendimento, além do registro do nível do lençol freático a cada coleta realizada, bem como a determinação da velocidade e direção do lençol freático.

a.3) Quanto ao sistema de impermeabilização de base, drenagem e tratamento do lixiviado:

A norma em questão recomenda que, sempre as condições hidrogeológicas do local escolhido para a implantação do aterro não atenderem às especificações mínimas de permeabilidade, deve ser prevista a implantação de uma camada de impermeabilização. Esta camada deve atender aos seguintes critérios:

- Ser construída com materiais de propriedades químicas compatíveis com o resíduo, com suficiente espessura e resistência, de modo a evitar rupturas devido a pressões hidrostáticas e hidrogeológicas, contato físico com o lixiviado ou resíduo, condições climáticas e tensões da instalação da impermeabilização ou aquelas originárias da operação diária;
- Ser colocada sobre uma base ou fundação capaz de suportá-la, bem como resistir aos gradientes de pressão acima e abaixo da impermeabilização, de forma a evitar sua ruptura por assentamento, compressão ou levantamento do aterro;
- Ser instalada de forma a cobrir toda a área, de modo que o resíduo ou o lixiviado não entre em contato com o solo natural.
- Portar sistema de detecção de vazamentos de lixiviado sob o sistema artificial de impermeabilização.
- Realização de testes de desempenho durante a vida útil do empreendimento.

O sistema de drenagem de lixiviado deve ser:

- Instalado imediatamente acima da impermeabilização;
- Dimensionado de forma a evitar a formação de uma lâmina de lixiviado superior a 30 cm sobre a impermeabilização;

- Construído de material quimicamente resistente ao resíduo e ao lixiviado, e suficientemente resistente a pressões originárias da estrutura total do aterro e dos equipamentos utilizados em sua operação;
- Projetado e operado de forma a não sofrer obstruções durante o período de vida útil e pós-fechamento do aterro.

Segundo a norma, o sistema de tratamento de lixiviado deve ser projetado, construído e operado de forma que seus efluentes atendam aos padrões de emissão e garantam a qualidade do corpo receptor, bem como ter efluentes monitorados pelo menos quatro vezes ao ano.

a.4) Quanto à segurança no aterro:

De acordo com a norma, um aterro deve ser operado e mantido de forma a minimizar a possibilidade de fogo, explosão ou derramamento/vazamento de resíduos que possam constituir ameaça à saúde humana ou ao meio ambiente. Para tal são recomendados processos de segregação, elaboração de planos de emergência e de inspeção e manutenção.

- **Segregação:** Resíduos ou substâncias que ao se misturarem provocam efeitos indesejáveis, tais como fogo e liberação de gases tóxicos, ou, ainda, facilitam a lixiviação das substâncias tóxicas não devem ser colocados em contato. Ressalta-se que a norma não é específica para aterros sanitários e sim para aterros não perigosos. O presente critério é adotado para resíduos industriais não perigosos.
- **Plano de emergência:** Em caso de acidentes devem ser tomadas, coordenadamente, medidas que minimizem ou restrinjam os possíveis efeitos danosos decorrentes. Tal sequência de procedimentos deve estar discriminada no chamado Plano de Emergência, que deve conter:
 - Informações de possíveis incidentes e das ações a serem tomadas;
 - Indicação da(s) pessoa(s) que deve(m) atuar como coordenador(es) das ações de emergência, indicando seu(s) telefone(s) e endereço(s); esta lista deve estar sempre atualizada;
- **Plano de inspeção e manutenção:** O proprietário ou encarregado da operação deve inspecionar a instalação de modo a identificar e corrigir

eventuais problemas, que possam provocar a ocorrência de acidentes prejudiciais ao meio ambiente ou à saúde humana. Para tal, a instalação deve possuir um plano de inspeção para verificar a integridade de seus componentes, tais como de monitoramento das águas superficiais e subterrâneas, de segurança e daqueles responsáveis pela operação e estrutura do aterro (drenos, diques, bermas e bombas). Este plano deve incluir, minimamente:

- Problemas que devem ser observados durante a inspeção, tais como bombas inoperantes ou vazando, erosão nos diques, drenos entupidos, etc.;
- Frequência da inspeção, que deve levar em conta a probabilidade de falha do equipamento;
- Revisar o plano de emergência.

a.5) Quanto ao encerramento do aterro:

Deve acordo com a norma, deve ser previsto um plano de encerramento e cuidados com o fechamento do aterro sanitário. O objetivo do plano é minimizar a necessidade de manutenção futura e minimizar (ou evitar) a liberação de líquido lixiviado contaminado e/ou gases para o lençol de águas subterrâneas, para os corpos d'água superficiais ou para a atmosfera.

O Plano de encerramento deve conter:

- Os métodos e as etapas a serem seguidas no fechamento total ou parcial do aterro;
- O projeto e construção da cobertura final, de forma a minimizar a infiltração de água na célula, exigir pouca manutenção, não estar sujeita a erosão, acomodar assentamento sem fratura e possuir um coeficiente de permeabilidade inferior ao solo natural da área do aterro;
- A data aproximada para o início das atividades de encerramento;
- Uma estimativa dos tipos e da quantidade de resíduos que devem estar presentes no aterro, quando encerrado;
- Usos programados para a área do aterro após seu fechamento;
- Monitoramento das águas após o término das operações;

- Atividades de manutenção da área;
- Provisão dos recursos financeiros necessários para a execução das tarefas previstas neste plano.

Quanto a esta temática, a norma recomenda ainda 6 atividades a serem mantidas após o encerramento do aterro, sendo elas:

1. Monitoramento das águas subterrâneas, por um período de 20 anos após o fechamento da instalação.
2. Manutenção dos sistemas de drenagem e de detecção de vazamento de líquido lixiviado até o término da sua geração.
3. Manutenção da cobertura de modo a corrigir rachaduras ou erosão.
4. Manutenção do sistema de tratamento de líquido lixiviado, se existente, até o término da geração desse líquido ou até que este atenda aos padrões legais de emissão.
5. Manutenção do sistema de coleta de gases (se existente) até que seja comprovado o término de sua geração.
6. Manutenção do isolamento do local, caso exista risco de acidente para pessoas ou animais com acesso a ela.

ANEXO IV:

Modelo de questionário estruturado de perguntas fechadas utilizado na pesquisa socioambiental do ISOAS.

ENTREVISTA INICIAL

Nome do entrevistado: _____

Data: _____

Endereço: _____

Hora da entrevista _____

Tipo de imóvel: _____

Condições do tempo no momento da entrevista _____

Distância entre o aterro sanitário e a residência (GoogleEarth) _____

Idade _____

Sexo

- Feminino
 Masculino

1 - Qual é o seu grau de instrução?

- analfabeto
 ensino fundamental incompleto
 ensino fundamental completo
 ensino médio incompleto
 ensino médio completo
 superior incompleto
 superior completo

2 - Quantas pessoas residem no imóvel?

- Uma pessoa
 De duas a cinco pessoas
 Mais de cinco pessoas

3 - Possui crianças na residência?

- Sim
 Não

4 - Tempo que reside no local:

- Menos de um ano
 Entre um e cinco anos
 Mais de cinco anos

5 - Período que permanece no local

- Manhã
 Tarde
 Noite

6 - Percebeu algum benefício na sua residência após a instalação do empreendimento?

- Sim
 Não

SIM NÃO

- | SIM | NÃO | |
|--------------------------|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | a) Foram implantadas sinalizações nas vias de acesso ao aterro para evitar acidentes? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | b) Foram realizadas melhorias nas vias de acesso ao aterro? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | c) A empresa contratou mão de obra local? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | d) Houve aumento da oferta por educação, após a implantação do aterro? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | e) Houve aumento da oferta por saúde, após a implantação do aterro? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | f) Houve melhoria da oferta de infra-estrutura (água, esgoto, eletricidade e gás)? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | g) Houve redução do índice de criminalidade na região? |

Outros: _____

7 - Percebeu algum incômodo na sua residência após a instalação do empreendimento?

- Sim
 Não

SIM NÃO

- | SIM | NÃO | |
|--------------------------|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cheiro de lixo nas redondezas (vá para o item 8) |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Barulho de caminhões transitando (vá para o item 9) |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fumaça de caminhões transitando (vá para o item 10) |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Lixo nas ruas vindo dos caminhões - embalagens e restos de comida - (vá para o item 11) |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fila de caminhões ao longo do dia (vá para o item 12) |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Chorume nas ruas vindo dos caminhões (vá para o item 13) |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Poeira dentro da residência (vá para o item 14) |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Barulho de máquinas no aterro (vá para o item 15) |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Água de poço com odor/sabor característico (vá para o item 16) |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Proliferação de ratos nas redondezas |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Moscas e mosquitos nas redondezas |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Outros (Especificar) |

Outros: _____

8 - Quanto ao cheiro de lixo:

a) Qual é o período crítico?

- Manhã
 Tarde
 Noite

b) Quanto tempo dura o incômodo?

- Poucos minutos
 Poucas horas
 Mais de um dia (constante)

c) Qual a frequência com que ocorre?

- Eventual
 Usual
 Diário

d) Prejudica seu bem-estar?

- Sim
 Não

9 - Quanto ao barulho de caminhões transitando:

a) Qual é o período crítico?

- Manhã
 Tarde
 Noite

b) Quanto tempo dura o incômodo?

- Poucos minutos
 Poucas horas
 Mais de um dia (constante)

c) Qual a frequência com que ocorre?

- Eventual
 Usual
 Diário

d) Prejudica seu bem-estar?

- Sim
 Não

10 - Quanto à fumaça de caminhões transitando:

a) Qual é o período crítico?

- Manhã
 Tarde
 Noite

b) Quanto tempo dura o incômodo?

- Poucos minutos
 Poucas horas
 Mais de um dia (constante)

c) Qual a frequência com que ocorre?

- Eventual
 Usual
 Diário

d) Prejudica seu bem-estar?

- Sim
 Não

11 - Quanto ao lixo nas ruas vindo dos caminhões - embalagens e restos de comida:

a) Qual é o período crítico?

- Manhã
 Tarde
 Noite

b) Quanto tempo dura o incômodo?

- Poucos minutos
 Poucas horas
 Mais de um dia (constante)

c) Qual a frequência com que ocorre?

- Eventual
 Usual
 Diário

d) Prejudica seu bem-estar?

- Sim
 Não

12 - Quanto a fila de caminhões ao longo do dia:

a) Qual é o período crítico?

- Manhã
 Tarde
 Noite

b) Quanto tempo dura o incômodo?

- Poucos minutos
 Poucas horas
 Mais de um dia (constante)

c) Qual a frequência com que ocorre?

- Eventual
 Usual
 Diário

d) Prejudica seu bem-estar?

- Sim
 Não

13 - Chorume nas ruas vindo dos caminhões:

a) Qual é o período crítico?

- Manhã
 Tarde
 Noite

b) Quanto tempo dura o incômodo?

- Poucos minutos
 Poucas horas
 Mais de um dia (constante)

c) Qual a frequência com que ocorre?

- Eventual
 Usual
 Diário

d) Prejudica seu bem-estar?

- Sim
 Não

14 - Quanto à poeira dentro da residência:

a) Qual é o período crítico?

- Manhã
 Tarde
 Noite

b) Quanto tempo dura o incômodo?

- Poucos minutos
 Poucas horas
 Mais de um dia (constante)

c) Qual a frequência com que ocorre?

- Eventual
 Usual
 Diário

d) Prejudica seu bem-estar?

- Sim
 Não

15 - Quanto ao barulho de máquinas no aterro:

a) Qual é o período crítico?

- Manhã
 Tarde
 Noite

b) Quanto tempo dura o incômodo?

- Poucos minutos
 Poucas horas
 Mais de um dia (constante)

c) Qual a frequência com que ocorre?

- Eventual
 Usual
 Diário

d) Prejudica seu bem-estar?

- Sim
 Não

16 - Quanto à água de poço com odor/sabor característico:

a) Qual é o período crítico?

- Manhã
 Tarde
 Noite

b) Quanto tempo dura o incômodo?

- Poucos minutos
 Poucas horas
 Mais de um dia (constante)

c) Qual a frequência com que ocorre?

- Eventual
 Usual
 Diário

d) Prejudica seu bem-estar?

- Sim
 Não

17 - Quanto à proliferação de ratos nas redondezas:

a) Qual é o período crítico?

- Manhã
 Tarde
 Noite

b) Quanto tempo dura o incômodo?

- Poucos minutos
 Poucas horas
 Mais de um dia (constante)

c) Qual a frequência com que ocorre?

- Eventual
 Usual
 Diário

d) Prejudica seu bem-estar?

- Sim
 Não

18 - Quanto à moscas e mosquitos nas redondezas:

a) Qual é o período crítico?

- Manhã
 Tarde
 Noite

b) Quanto tempo dura o incômodo?

- Poucos minutos
 Poucas horas
 Mais de um dia (constante)

c) Qual a frequência com que ocorre?

- Eventual
 Usual
 Diário

d) Prejudica seu bem-estar?

- Sim
 Não

19 - A empresa promove encontros entre ela e a comunidade?

- Sim
 Não

20 - A equipe de Meio Ambiente do aterro já veio conversar com a sua família?

- Sim
 Não

ANEXO V:

Metodologia de consolidação das entrevistas da pesquisa socioambiental do ISOAS.

CONSOLIDAÇÃO DAS INFORMAÇÕES

A) Número de pessoas entrevistadas:

B) Universo de pessoas envolvidas na análise (entrevistado + familiares):

C) Tempo que reside no local:

<input type="checkbox"/>	Menos de um ano
<input type="checkbox"/>	Entre um e cinco anos
<input type="checkbox"/>	Mais de cinco anos

Avaliação percentual

D) Percepção de benefícios - Impactos positivos

<input type="checkbox"/>	Sim
<input type="checkbox"/>	Não

Avaliação percentual

SIM NÃO

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Foram implantadas sinalizações?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Foram realizadas melhorias nas vias de acesso ao aterro?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A empresa contratou mão de obra local?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Houve aumento da oferta por educação, após a implantação do aterro?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Houve aumento da oferta por saúde, após a implantação do aterro?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Houve melhoria da oferta de infraestrutura?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Houve redução do índice de criminalidade na região?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Outros
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Outros

Avaliação percentual

SIM NÃO

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Total
--------------------------	--------------------------	-------

E) Percebe algum incômodo em sua residência? (Impactos Negativos)

<input type="checkbox"/>	Sim
<input type="checkbox"/>	Não

Avaliação Percentual

SIM NÃO

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cheiro de lixo nas redondezas
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Barulho de caminhões transitando
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fumaça de caminhões transitando
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lixo nas ruas vindo dos caminhões - embalagens e restos de comida
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fila de caminhões ao longo do dia
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Chorume nas ruas vindo dos caminhões
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Poeira dentro da residência
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Barulho de máquinas no aterro
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Água de poço com odor/sabor característico
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Proliferação de ratos nas redondezas
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Moscas e mosquitos nas redondezas
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Outros
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Outros

Avaliação Percentual

SIM NÃO

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Total
--------------------------	--------------------------	-------

F) Quanto ao período crítico:

<input type="checkbox"/>	Manhã
<input type="checkbox"/>	Tarde
<input type="checkbox"/>	Noite

Avaliação Percentual

G) Quanto à duração dos incômodos:

<input type="checkbox"/>	Poucos minutos
<input type="checkbox"/>	Poucas horas
<input type="checkbox"/>	Mais de um dia (constante)

Avaliação Percentual

H) Quanto à frequência dos incômodos:

<input type="checkbox"/>	Eventual
<input type="checkbox"/>	Usual
<input type="checkbox"/>	Diário

Avaliação Percentual

J) Quanto ao prejuízo ao bem-estar:

<input type="checkbox"/>	Sim
<input type="checkbox"/>	Não

Avaliação Percentual

ANEXO VI:

Parecer de aprovação da pesquisa socioambiental expedido pelo CEP da UERJ.

UERJ - INSTITUTO DE
MEDICINA SOCIAL /
UNIVERSIDADE DO ESTADO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Proposta de Índice de Sustentabilidade Operacional de Aterros Sanitários (ISOAS)

Pesquisador: CARLOS EDUARDO SOARES CANEJO PINHEIRO DA CUNHA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 01551018.1.0000.5260

Instituição Proponente: COEP SR2 UERJ

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.016.769

Apresentação do Projeto:

A Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil deu início a um processo de articulação política, técnica e legal a fim de reverter o cenário da gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no País, até então, marcado pela disposição final inadequada em lixões. Entretanto, o avanço no encerramento dos lixões e a construção de aterros sanitários representa uma nova problemática a ser enfrentada pelo poder público e pela sociedade. A pulverização de áreas de disposição final, mesmo que construída atendendo aos mais rigorosos padrões normativos e legais, representam riscos ao meio ambiente e à saúde pública, em especial, devido à uma operação deficiente e pouco harmônica com a comunidade de entorno. Desta forma, faz-se necessária uma constante avaliação do desempenho ambiental dessa atividade. Objetivou-se a escolha de aterros em diferentes regiões e portes. A lógica de aplicação da metodologia se dará através de visita de campo e reunião interna com os gestores do aterro e reunião com representantes da comunidade local. As entrevistas serão realizadas a partir de questionário estruturado de perguntas fechadas.

Objetivo da Pesquisa:

Desenvolver um Índice de Sustentabilidade Operacional de Aterros Sanitários (ISOAS) considerando indicadores técnicos, socioambientais e econômicos para avaliar a qualidade de operação e a sustentabilidade da atividade.

Endereço: Rua São Francisco Xavier, 524 - Sala 7003-D
Cidade: Maracanã **CEP:** 20.550-900
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2334-0235 **Fax:** (21)2334-2152 **E-mail:** cep.ims.uerj@gmail.com

Continuação do Parecer: 3.076.703

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: estão associados à possíveis consequências de ordem psicológicas, tais como a geração de ansiedade e desconforto pela necessidade de produção de respostas; vergonha, constrangimento, tensão e/ou medo por não saber responder adequadamente ao que se pergunta e influência não intencional em valores morais e culturais. Tais riscos serão minimizados a partir da explicação de que a participação na pesquisa não será obrigatória, que a qualquer momento o entrevistado poderá declinar da pesquisa e que a não haverá nenhum prejuízo ao entrevistado no caso de recusa.

Benefícios: Desenvolvimento de metodologia pra avaliação de sustentabilidade operacional de aterros sanitários.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

- ver seção abaixo.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O proponente apresenta 3 TCLEs já assinados (pelo representante das empresas que pretende acessar). Aparentemente o pesquisador considerou TCLEs como anuências, ao invés de entender que o consentimento para a participação deve ser do morador a ser entrevistado, e não da empresa. Portanto, os TCLE apresentados não cumprem o papel devido. Não há clareza sobre o papel das empresas - se são co-participantes (conforme declarado nos termos de anuência), ou serão 'sujeitos da pesquisa', cujos gestores comporão a amostra de entrevistados.

O proponente apresenta 3 cartas de anuência das empresas participantes.

O proponente apresenta modelo de questionário.

Recomendações:

Entrar em contato com o CEP pessoalmente, por meio de sua secretária e coordenação, para esclarecimento das pendências apontadas neste parecer, em especial com relação ao TCLE.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

- esclarecer o papel das empresas: se são co-participantes (conforme declarado nos termos de anuência), ou serão 'sujeitos da pesquisa', cujos gestores comporão a amostra de entrevistados.
- produção de TCLE a ser assinado pelos participantes da pesquisa (pessoas físicas que serão entrevistadas, quando da realização das entrevistas; não devem ser assinados agroa) ou apresentar (ou justificar ausência de) TCLE para os moradores que serão entrevistados.
- confirmar/esclarecer que o questionário aplicado aos gestores é o mesmo aplicado aos moradores.

Endereço: Rua São Francisco Xavier, 524 - Sala 7003-D
Bairro: Maracanã CEP: 20.550-000
UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2334-0235 Fax: (21)2334-2152 E-mail: ocp@ms.uerj@gmail.com

UERJ - INSTITUTO DE
MEDICINA SOCIAL /
UNIVERSIDADE DO ESTADO



Contratação do Parecer: 3.015.103

- esclarecer como será feita a seleção dos 12 moradores (sorteio, conveniência, etc.)

Considerações Finais a critério do CEP:

Sugere-se ao pesquisador contactar o CEP-IMS através de sua secretaria para esclarecimentos sobre as pendências apontadas neste parecer.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PI_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1134054.pdf	22/10/2018 11:41:52		Aceito
Outros	cartacep.pdf	13/10/2018 17:13:29	CARLOS EDUARDO SOARES CANEJO PINHEIRO DA CUNHA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto.pdf	13/10/2018 17:13:14	CARLOS EDUARDO SOARES CANEJO PINHEIRO DA CUNHA	Aceito
Outros	roteiro.pdf	05/10/2018 17:10:58	CARLOS EDUARDO SOARES CANEJO PINHEIRO DA CUNHA	Aceito
Cronograma	cronogramas.pdf	05/10/2018 17:10:27	CARLOS EDUARDO SOARES CANEJO PINHEIRO DA CUNHA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	anuenciaspa.pdf	05/10/2018 17:04:50	CARLOS EDUARDO SOARES CANEJO PINHEIRO DA CUNHA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	anuenciasg.pdf	05/10/2018 17:04:40	CARLOS EDUARDO SOARES CANEJO PINHEIRO DA CUNHA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	anuenciasm.pdf	05/10/2018 17:04:32	CARLOS EDUARDO SOARES CANEJO PINHEIRO DA CUNHA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	sao_pedro.pdf	05/10/2018 17:03:47	CARLOS EDUARDO SOARES CANEJO PINHEIRO DA CUNHA	Aceito

Endereço: Rua São Francisco Xavier, 524 - Sala 7003-D
Cidade: Maracanã **CEP:** 20.550-900
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2334-0235 **Fax:** (21)2334-2152 **E-mail:** cep@ims.uerj@gmail.com

UERJ - INSTITUTO DE
MEDICINA SOCIAL /
UNIVERSIDADE DO ESTADO



Continuação do Parecer: 3.016.103

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tclesg.pdf	05/10/2018 17:03:35	CARLOS EDUARDO SOARES CANEJO PINHEIRO DA CUNHA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tclem.pdf	05/10/2018 17:03:23	CARLOS EDUARDO SOARES CANEJO PINHEIRO DA CUNHA	Aceito
Folha de Rosto	folhaderoesto.pdf	27/07/2018 23:09:20	CARLOS EDUARDO SOARES CANEJO PINHEIRO DA CUNHA	Aceito

Situação do Parecer:

Pendente

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO DE JANEIRO, 12 de Novembro de 2018

Assinado por:
Elaine Teixeira Rabello
(Coordenador(a))

Endereço: Rua São Francisco Xavier, 524 - Sala 7003-D
Bairro: Maracanã CEP: 20.550-900
UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2334-0235 Fax: (21)2334-2152 E-mail: oep@nu.uerj@gmail.com

ANEXO VII:

Planilha consolidada para a análise de riscos da técnica 2.

<p>"Identificação de vetores na AID" Foi constatada a proliferação de ratos e outros vetores terrestres após a instalação do aterro?</p>	Disseminação de doenças na AID																														
<p>"Identificação de vetores na AID" Foi constatada a proliferação de moscas e outros vetores aéreos após a instalação do aterro?</p>	Disseminação de doenças na AID																														
<p>"Percepção de baruhos na AID" Foi percebido barulho de caminhões transitando no entorno do aterro?</p>	Alteração da qualidade de vida na AID																														
<p>"Percepção de incômodos na AID" Foi constatada fila de caminhões no acesso à balança do aterro?</p>	Alteração da qualidade de vida na AID																														
<p>"Percepção de baruhos na AID" Foi percebido barulho do maquinário pesado da operação do aterro na entorno do aterro?</p>	Alteração da qualidade de vida na AID																														

<p>"Identificação de vetores na AID" Foi constatada a proliferação de moscas e outros vetores aéreos após a instalação do aterro?</p>	<p>Disseminação de doenças na AID</p>																									
<p>"Percepção de baruhos na AID" Foi percebido barulho de caminhões transitando no entorno do aterro?</p>	<p>Alteração da qualidade de vida na AID</p>																									
<p>"Percepção de incômodos na AID" Foi constatada fila de caminhões no acesso à balança do aterro?</p>	<p>Alteração da qualidade de vida na AID</p>																									
<p>"Percepção de baruhos na AID" Foi percebido barulho do maquinário pesado da operação do aterro na entorno do aterro?</p>	<p>Alteração da qualidade de vida na AID</p>																									

ANEXO VIII:

Modelo de carta convite à participação da técnica Delphi



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPTO. DE ENG. SANITÁRIA E DO MEIO AMBIENTE
DOUTORADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL (DEAMB)



Rio de Janeiro, de ~~16~~ 2017

Prezado Senhor (a)
Especialista em gestão de resíduos sólidos

Referência: Aplicação da técnica Delphi para atribuição de pesos/valores para os indicadores de desempenho ambiental que compõem o Índice de Sustentabilidade Operacional de Aterros Sanitários (ISOAS)

No ano de 2015, o Engenheiro Civil, ~~Msc.~~ em Engenharia Sanitária e Ambiental, Carlos Eduardo Soares Canejo Pinheiro da Cunha ingressou no Doutorado em Engenharia Ambiental (DEAMB), da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), com a proposta de projeto intitulada **“Proposta de índice de sustentabilidade para avaliação operacional de aterros sanitários (ISOAS)”**.

O projeto em questão almeja o desenvolvimento de metodologia para a avaliação das condições de sustentabilidade operacional de aterros sanitários. Para tal, foram propostos três grupos de indicadores de desempenho, sendo os mesmos, técnico-ambientais, econômicos e socioambientais.

Para cada indicador proposto nos grupos e subgrupos, arbitrou-se, inicialmente, um valor/peso unitário. Com o objetivo de estruturar a lógica matemática da metodologia, adotou-se o conceito *Triple Bottom Line* (TBL) de John Elkington (1999). Desta forma, cada grupo de indicadores possui a mesma importância, ficando convencionada a análise percentual dos grupos e posterior média das percentagens para a obtenção do índice.

Através da concessão de estrelas em função do desempenho obtido, criou-se uma escala para valoração do grau de sustentabilidade da atividade. Caso o percentual obtido esteja entre 0% a 50%, julga-se o aterro como insustentável; caso o valor esteja entre 51% a 60%, é concedida uma estrela; entre 61% e 70% duas estrelas; entre 71% e 80% três estrelas; entre 81% e 90% quatro estrelas, entre 91% e 100% cinco estrelas.

Conforme cronograma previsto para a elaboração da tese, após o desenvolvimento da metodologia pelo doutorando, a mesma deveria ser submetida, através da técnica Delphi, à avaliação de especialistas em gestão de resíduos sólidos urbanos e operação de aterros sanitários.

~~Voitsov~~ et al. (2002) explicita que a técnica Delphi pode ser caracterizada como um método para estruturar o processo de comunicação grupal, de modo a permitir que um grupo de indivíduos, tratados como um todo, possa trabalhar com problemas complexos.

A técnica apresenta três características fundamentais: 1) O anonimato, já que nenhuma dos participantes do painel interage com os demais, anulando a influência sobre as percepções individuais; 2) A interação e realimentação são controladas, logo, o moderador deverá considerar todas as contribuições feitas pelos participantes; 3) As respostas do grupo são traduzidas de



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPTO. DE ENG. SANITÁRIA E DO MEIO AMBIENTE
DOUTORADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL (DEAMB)



forma estatística, logo será possível identificar o grau de consenso entre os participantes para cada indicador avaliado.

Após a manifestação de todos os participantes, o moderador do processo irá gerar um arquivo digital consolidando as contribuições e apresentando o valor consensual para cada indicador proposto. Desta forma, acredita-se que seja possível reduzir a subjetividade no processo de valoração dos indicadores.

Desta forma, considerando a vossa notoriedade e expertise nesta temática, solicitamos a vossa participação e contribuição na construção desta metodologia, em especial na atribuição de pesos/valores aos indicadores propostos no documento anexo.

Atenciosamente,

Carlos Eduardo Soares Canajo Pinheiro da Cunha
Engenheiro Civil / Engenharia Sanitária e Ambiental
Doutorando em Engenharia Ambiental
DEAMB / UERJ

ANEXO IX:

Termos de Autorização Institucional para realização da pesquisa

Termo de Autorização Institucional

Pesquisa: Índice de Sustentabilidade Operacional de Aterros Sanitários (ISOAS)

Responsável: Carlos Eduardo Soares Canejo Pinheiro da Cunha

Engenheiro Civil pela Universidade Veiga de Almeida (UVA), Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Doutorando em Engenharia Ambiental pela UERJ, Professor de Tempo Integral e Coordenador do MBA em Planejamento e Gestão Ambiental da UVA, residente à Rua Marquês de Olinda 80/106, no Município do Rio de Janeiro, Estado do Rio de Janeiro, inscrito no CPF sob o nº 05713880788.

Objetivos da pesquisa:

A proposta de índice de Sustentabilidade Operacional de Aterros Sanitários (ISOAS), almeja através da avaliação de indicadores de desempenho técnicos, econômicos e sociais, constituir um índice de sustentabilidade dos aterros sanitários avaliados, bem como identificar pontos críticos operacionais e, em uma análise integrada com as políticas públicas vigentes, mapear fragilidades regionais na gestão de RSU.

A HAZTEC TECNOLOGIA E PLANEJAMENTO AMBIENTAL S.A. com sede na Rua Joaquim Palhares, 40, Estácio, no Município do Rio de Janeiro, inscrita sob CNPJ/MF nº 03.279.285/0001-30, neste ato representando a Central de Tratamento de Resíduos Alcantara S.A. declara ter ciência dos objetivos da pesquisa supracitados, e autoriza a execução da mesma nesta instituição.

Caso necessário, a qualquer momento como instituição co-participante desta pesquisa, podemos revogar esta autorização, se comprovadas atividades que causem algum prejuízo a esta instituição ou ao sigilo da participação dos integrantes desta instituição.

Declara, ainda, que não recebeu qualquer tipo de remuneração por esta autorização, bem como os participantes também não o receberão.

A pesquisa somente poderá ter início nesta instituição após a remessa e acuse de recebimento, via correio eletrônico, do Parecer de Aprovação por um Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos.

Enfatiza-se que:

1. As informações e/ou documentos fornecidos pela HAZTEC TECNOLOGIA E PLANEJAMENTO AMBIENTAL S.A são privilegiadas e sigilosas, tendo a sua divulgação condicionada à prévia autorização de representante da empresa;
2. As informações e/ou documentos desenvolvidos a partir do uso da metodologia ISOAS pelo pesquisador nas unidades pertencentes à HAZTEC TECNOLOGIA E PLANEJAMENTO AMBIENTAL S.A são de propriedade intelectual de ambas as partes, tendo a sua divulgação condicionada à autorização do pesquisador e/ou de representante da empresa;

Rio de Janeiro,


 HAZTEC TECNOLOGIA E PLANEJAMENTO AMBIENTAL S.A
 Leonardo Sarinho
 CPF: 218.498.438-80
 Diretor

Agradecemos sua colaboração ao participar desta pesquisa. Se desejar qualquer informação adicional sobre este estado, envie uma mensagem: Prof. Carlos Eduardo Soares Canejo Pinheiro da Cunha (e-mail: carloscanejo2@gmail.com / Celular: 96571-2304)

Após o início da pesquisa, caso você tenha dificuldade em entrar em contato com o pesquisador responsável, comunique o fato à Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ: Rua São Francisco Xavier, 524 / 7º andar / bloco D – Maracanã, CEP: 20550-013 - Rio de Janeiro - RJ - BRASIL, TEL: 55 (21) 2334-0504 / 2334-0235 ramal 211.



Termo de Autorização Institucional

Pesquisa: Índice de Sustentabilidade Operacional de Aterros Sanitários (ISOAS)

Responsável: Carlos Eduardo Soares Canejo Pinheiro da Cunha

Engenheiro Civil pela Universidade Veiga de Almeida (UVA), Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Doutorado em Engenharia Ambiental pela UERJ, Professor de Tempo Integral e Coordenador do MBA em Planejamento e Gestão Ambiental da UVA, residente à Rua Marquês de Olinda 80/106, no Município do Rio de Janeiro, Estado do Rio de Janeiro, inscrito no CPF sob o nº 05713880788.

Objetivos da pesquisa:

A proposta de índice de Sustentabilidade Operacional de Aterros Sanitários (ISOAS), almeja através da avaliação de indicadores de desempenho técnicos, econômicos e sociais, constituir um índice de sustentabilidade dos aterros sanitários avaliados, bem como identificar pontos críticos operacionais e, em uma análise integrada com as políticas públicas vigentes, mapear fragilidades regionais na gestão de RSU.

A HAZTEC TECNOLOGIA E PLANEJAMENTO AMBIENTAL S.A. com sede na Rua Joaquim Palhares, 40, Estácio, no Município do Rio de Janeiro, inscrita sob CNPJ/MF nº 03.279.285/0001-30, neste ato representando a Central de Tratamento de Resíduos Alcântara S.A., declara ter ciência dos objetivos da pesquisa supracitados, e autoriza a execução da mesma nesta instituição.

Caso necessário, a qualquer momento como instituição co-participante desta pesquisa, podemos revogar esta autorização, se comprovadas atividades que causem algum prejuízo a esta instituição ou ao sigilo da participação dos integrantes desta instituição.

Declara, ainda, que não recebeu qualquer tipo de remuneração por esta autorização, bem como os participantes também não o receberão.

A pesquisa somente poderá ter início nesta instituição após a remessa e acuso de recebimento, via correio eletrônico, do Parecer de Aprovação por um Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos.

Enfatiza-se que:

1. As informações e/ou documentos fornecidos pela HAZTEC TECNOLOGIA E PLANEJAMENTO AMBIENTAL S.A são privilegiadas e sigilosas, tendo a sua divulgação condicionada à prévia autorização de representante da empresa;
2. As informações e/ou documentos desenvolvidos a partir do uso da metodologia ISOAS pelo pesquisador nas unidades pertencentes à HAZTEC TECNOLOGIA E PLANEJAMENTO AMBIENTAL S.A são de propriedade intelectual de ambas as partes, tendo a sua divulgação condicionada à autorização do pesquisador e/ou de representante da empresa;

Rio de Janeiro,


 HAZTEC TECNOLOGIA E PLANEJAMENTO AMBIENTAL S.A
 Leonardo Santos
 CPF: 238.498.438-60
 Diretor

Agradecemos sua colaboração ao participar desta pesquisa. Se desejar qualquer informação adicional sobre este estudo, envie uma mensagem: Prof. Carlos Eduardo Soares Canejo Pinheiro da Cunha (e-mail: carloscanejo2@gmail.com / Celular: 96571-2304)

Após o início da pesquisa, caso você tenha dificuldade em entrar em contato com o pesquisador responsável, comunique o fato à Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ: Rua São Francisco Xavier, 524 / 7º andar / bloco D – Maracanã, CEP: 20550-013 - Rio de Janeiro - RJ - BRASIL, TEL: 55 (21) 2334-0504 / 2334-0235 ramal 211.



Termo de Autorização Institucional

Pesquisa: Índice de Sustentabilidade Operacional de Aterros Sanitários (ISOAS)

Responsável: Doutorando Carlos Eduardo Soares Canejo Pinheiro da Cunha

Eu, Agnelo Oliveira Pinto Junior., gestor do Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia, operado pela empresa Dois Arcos Gestão de Resíduos, declaro que fui informado dos objetivos da pesquisa acima, e concordo em autorizar a execução da mesma nesta instituição.

Caso necessário, a qualquer momento como instituição co-participante desta pesquisa, podemos revogar esta autorização, se comprovadas atividades que causem algum prejuízo a esta instituição ou ao sigilo da participação dos integrantes desta instituição.

Declaro, ainda, que não recebemos qualquer tipo de remuneração por esta autorização, bem como os participantes também não o receberão.

A pesquisa só terá início nesta instituição após apresentação do Parecer de Aprovação por um Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos.

Rio de Janeiro,


Agnelo Oliveira Pinto Junior.

Agradecemos sua colaboração ao participar desta pesquisa. Se desejar qualquer informação adicional sobre este estudo, envie uma mensagem: Prof. Carlos Eduardo Soares Canejo Pinheiro da Cunha (e-mail: carloscanejo2@gmail.com / Celular: 96371-2304)

Após o início da pesquisa, caso você tenha dificuldade em entrar em contato com o pesquisador responsável, comunique o Site 2 Comitê de Ética em Pesquisa da UERJ: Rua São Francisco Xavier, 524 / 7º andar / Bloco D – Maracanã, CEP: 20550-013 - Rio de Janeiro - RJ - BRASIL, TEL: 55 (21) 2334-0504 / 2334-0235 (atual 21).

Termo de Autorização Institucional

Pesquisa: Índice de Sustentabilidade Operacional de Aterros Sanitários (ISOAS)

Responsável: Carlos Eduardo Soares Canejo Pinheiro da Cunha

Engenheiro Civil pela Universidade Veiga de Almeida (UVA), Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Doutorado em Engenharia Ambiental pela UERJ, Professor de Tempo Integral e Coordenador do MBA em Planejamento e Gestão Ambiental da UVA, residente à Rua Marquês de Olinda 80/106, no Município do Rio de Janeiro, Estado do Rio de Janeiro, inscrito no CPF sob o nº 05713880748.

Objetivos da pesquisa:

A proposta de índice de Sustentabilidade Operacional de Aterros Sanitários (ISOAS), almeja através da avaliação de indicadores de desempenho técnicos, econômicos e sociais, constituir um índice de sustentabilidade dos aterros sanitários avaliados, bem como identificar pontos críticos operacionais e, em uma análise integrada com as políticas públicas vigentes, mapear fragilidades regionais na gestão de RSU.

A pessoa jurídica, SERB – SANEAMENTO E ENERGIA RENOVÁVEL DO BRASIL S/A, gestora do Aterro Sanitário de Seropédica, declara que foi informada dos objetivos da pesquisa acima, e concorda em autorizar a execução da mesma nesta instituição.

Caso necessário, a qualquer momento como instituição co-participante desta pesquisa, podemos revogar esta autorização, se comprovadas atividades que causem algum prejuízo a esta instituição ou ao sigilo da participação dos integrantes desta instituição.

Declara, ainda, que não recebeu qualquer tipo de remuneração por esta autorização, bem como os participantes também não o receberão.

A pesquisa somente poderá ter início nesta instituição após a remessa e acuso de recebimento, via correio eletrônico, do Parecer de Aprovação por um Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos.

Enfatiza-se que:

1. As informações e/ou documentos fornecidos pela SERB – SANEAMENTO E ENERGIA RENOVÁVEL DO BRASIL S/A são privilegiadas e sigilosas, tendo a sua divulgação condicionada à prévia autorização de representante da empresa;
2. As informações e/ou documentos desenvolvidos a partir do uso da metodologia ISOAS pelo pesquisador nas unidades pertencentes à SERB – SANEAMENTO E ENERGIA RENOVÁVEL DO BRASIL S/A são de propriedade intelectual de ambas as partes, tendo a sua divulgação condicionada à autorização do pesquisador e/ou de representante da empresa;

Rio de Janeiro,



SERB – SANEAMENTO E ENERGIA RENOVÁVEL DO BRASIL S/A

Agradecemos sua colaboração ao participar desta pesquisa. Se desejar qualquer informação adicional sobre este estudo, envie uma mensagem: Prof. Carlos Eduardo Soares Canejo Pinheiro da Cunha (e-mail: carlescanejo2@gmail.com / Celular: 96571-2304)

Após o início da pesquisa, caso você tenha dificuldade em entrar em contato com o pesquisador responsável, contatue o fôto à Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ: Rua São Francisco Xavier, 524 / 7ª andar / Bloco D – Maracanã, CEP: 20550-013 - Rio de Janeiro - RJ - BRASIL, TEL: 55 (21) 2334-0504 / 2334-0235 ramal 211.

ANEXO X:

Proposta comercial para identificação dos valores de aquisição dos EMOs

04/10/2015

Gmail - PROPOSTA SOTREQ



Carlos Eduardo Canajo <carloscanejo2@gmail.com>

PROPOSTA SOTREQ

2 mensagens

Anna Caroline <Anna.Caroline@sotreq.com.br>

10 de março de 2017 18:15

Para: "canejo@visio treinamentos.com" <canejo@visio treinamentos.com>

Carlos,

Boa tarde!

Segue proposta comercial, conforme solicitado.

Temos atualmente duas opções de preço: CLIENTE CONTRIBUINTE / NÃO CONTRIBUINTE de ICMS.

Quando cliente é contribuinte, posso faturar pela minha filial de SP, onde o preço é mais competitivo por conta do imposto de 12%.

Caso contrário, somos obrigados a faturar pelo RJ, onde o imposto é de 20%.

Qualquer dúvida me encontro à disposição!

Att,

Anna Caroline Camões
Sotreq | Grupo Sotreq

Consultora de Vendas | Máquinas
Tel.: 55 021 3865-7700
Fax: 55 021 98 198-5794
anna.camones@sotreq.com.br
www.gruposotreq.com.br



"Uma empresa extraordinária tanto para se trabalhar, quanto para se fazer negócios, de modo sustentável."

Esta mensagem destina-se, exclusivamente, ao uso dos destinatários para os quais foi endereçada, podendo conter informações PRIVILEGIADAS e/ou CONFIDENCIAIS. Não sendo o destinatário desta mensagem, por favor, apague-a, imediatamente, juntamente com seus anexos. This e-mail is intended only for the use of the individual or entity to which it is addressed and may contain information that is PRIVILEGED and/or CONFIDENTIAL. If you are not the intended recipient of this e-mail, please delete it and discard all attachments.

2 anexos

Proposta PNG-ACC-046_VISIO_CONTRIBUINTE.pdf

<https://mail.google.com/mail/u/0/?ui=2&search=al&permmsgid=thread-%3A1561518078944038201&siml=msg-%3A1561518078944038201> 1/2

ANEXO XI:

Planilha com os resultados da técnica Delphi:

