

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

**ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE FERRAMENTA PARA
AVALIAÇÃO DA GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS
SÓLIDOS URBANOS PARA MUNICÍPIOS BRASILEIROS.
ESTUDO DE CASO: MUNICÍPIOS DE ARARAQUARA (SP) E
SÃO CARLOS (SP)**

ANA BEATRIZ VALIM SUQUISAQUI

São Carlos - SP
2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

**ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE FERRAMENTA PARA
AVALIAÇÃO DA GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS
SÓLIDOS URBANOS PARA MUNICÍPIOS BRASILEIROS.
ESTUDO DE CASO: MUNICÍPIOS DE ARARAQUARA (SP) E
SÃO CARLOS (SP)**

ANA BEATRIZ VALIM SUQUISAQUI

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientação: Prof^ª. Dra Katia Sakihama Ventura

São Carlos - SP
2020

AGRADECIMENTOS

As pessoas mais importantes da minha vida, quero agradecer aos meus pais por todo apoio e confiança em todas as decisões que tomei até hoje, principalmente por me apoiarem a seguir meu grande desejo de trabalhar na área acadêmica. Amo vocês e espero um dia retribuir tudo o que sempre fizeram por mim. Minhas conquistas serão sempre para vocês!

Agradeço também a todos aqueles, sangue do meu sangue ou não, que me inspiram e me motivam a ser sempre melhor: meus avós, minha irmã, minha família Buscapé, minha nova família Duarte, minha dinda - que me ensinou a ler e escrever - e todos que de alguma forma, passaram pela minha vida.

Ao meu amor, Fernando, que tem a maior paciência do mundo comigo e me aguentou nos momentos de mais estresse durante a realização do meu mestrado. Sou imensamente feliz por tê-lo em minha vida e espero compartilhar muitas outras conquistas com você. Obrigada por me fazer transbordar de felicidade em todos os momentos que compartilhamos. Você é incrível!

À minha amiga, parceira de loucura, de limbos nas segundas-feiras, minha confidente de todas as horas, Nayara. Não tenho palavras para descrever o tanto que você fez diferença nesses dois anos de mestrado. Todas as palavras de conforto, todas as vezes que você acreditou em mim mais do que eu mesma. Obrigada por estar comigo mesmo quando te deixo sozinha no recreio. Não sei como um dia vou retribuir tudo o que você já fez por mim, mas pode ter certeza que, quando você precisar, vou estar aqui.

Aos meus amigos, não posso deixar de agradecer por estarem comigo nos momentos de desespero que a vida acadêmica me proporcionou, por estarem comigo na minha qualificação, por comemorarem comigo minhas conquistas e por me fazerem mais completa. Sou muito sortuda em ter todos vocês comigo!

Às minhas 9inhas a mil. Minhas companheiras de longa data. Parceiras desde muito tempo, quando eu jamais imaginaria estar prestes a defender um mestrado. Obrigada minhas Amilgas por estarem aqui comigo mesmo depois de tantos anos. Eu tenho muito orgulho da nossa amizade e espero compartilhar ainda muitas conquistas com vocês.

Minha amiga e orientadora, Katia. Não nos conhecíamos antes do início do mestrado, mas não poderia ter sido melhor. Obrigada por estar comigo a todo momento, principalmente porque sei que não tinha fim de semana, feriado, férias ou hora, você esteve sempre disposta a me ajudar. Serei sempre grata!

Por fim, gostaria de agradecer a todos os professores que tive durante minha vida, em especial ao professor Fred que mesmo longe, sempre me deu os melhores conselhos nessa vida acadêmica! Aos funcionários do PPGEU, principalmente ao amigo Alex que sempre me ajudou no que precisei, dona Fran que me alegrou durante minhas manhãs e meu amigo Rony, que durante um ano inteiro, fez questão de me assustar todos os dias com sua chegada triunfal.

Arigatou!

SUQUISAQUI, A.B.V. **Elaboração e aplicação de ferramenta para avaliação da gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos para municípios brasileiros. Estudo de caso: municípios de Araraquara (SP) e São Carlos (SP).** 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar): São Carlos, 2020.

RESUMO

A geração de resíduos sólidos é inerente ao meio urbano e à área rural. Contudo, os novos padrões de consumo e o desenvolvimento da industrialização modificaram a quantidade e a composição desses resíduos. Com a promulgação da Lei nº 12.305/2010, regulamentada pelo Decreto Federal 7.404/2010, foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a qual estabelece iniciativas, princípios, objetivos, instrumentos, ações e diretrizes que os municípios podem adotar para aprimorar as falhas gerenciais do assunto. É relevante o uso de ferramentas que subsidiem a avaliação da gestão e gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) para que seja possível identificar lacunas e falhas nessa gestão, e posteriormente, definir ações para melhorar ou manter as situações identificadas. O objetivo do presente estudo foi elaborar e aplicar uma ferramenta para avaliação da gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos em municípios brasileiros. A metodologia compreendeu cinco etapas: i) levantamento bibliográfico; ii) identificação de indicadores; iii) avaliação de indicadores por especialistas (*AHP* e análise de consistência); iv) elaboração da ferramenta e; v) aplicação da ferramenta nos municípios de Araraquara e São Carlos. Como resultados, obteve-se o conjunto de indicadores hierarquizados pela consulta aos especialistas e a estruturação do próprio instrumento em *Excel* com programação VBA (*Visual Basic for Applications*). A ferramenta, denominada SAGReS – Sistema de Avaliação para a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos - foi composta por cinco iniciativas propostas na PNRS (aterro sanitário, compostagem, coleta seletiva, consórcio público e logística reversa) e com 50 indicadores, com o intuito de subsidiar os gestores públicos quanto às demandas de ações no setor. O SAGReS foi aplicado nos municípios de Araraquara (SP) e São Carlos (SP). As iniciativas de consórcios públicos e compostagem não foram avaliadas por não existirem propostas implantadas nos municípios estudados, o que não inviabiliza o uso da ferramenta, pois estas iniciativas estão contempladas no programa. Indicadores voltados para controle operacional do aterro sanitário atingiram resultados elevados, mas os de gestão do RSU estão insatisfatórios. A logística reversa intensificou ações nos últimos anos, superando índices de alguns indicadores da coleta seletiva, a qual está com uso abaixo da capacidade de aproveitamento de material e mão-de-obra. O instrumento pode ser utilizado em qualquer computador, sem necessidade de instalação de aplicativos. O *dashboard* ilustra os indicadores, para cada iniciativa, que necessitam de atenção criteriosa do gestor quanto ao planejamento e execução destas iniciativas.

Palavras-chave: Gestão de resíduos sólidos. Indicadores. Método *AHP*. Ferramenta de avaliação. Programação VBA.

SUQUISAQUI, A.B.V. **Elaboration and application of evaluation tool to urban solid waste management in Brazilian municipalities. Case study: Araraquara (SP) and São Carlos (SP).** 2020. Dissertation (Master's degree in Urban Engineering). Technology and Exact Sciences Center. Federal University of São Carlos (UFSCar): São Carlos, 2020.

ABSTRACT

Solid waste generation is inherent to the urban and rural environment. However, the new consumption patterns and the industrial development have changed the waste quantity and composition. With the enactment of Law N^o. 12,305 / 2010, regulated by Federal Decree 7,404/2010, the National Solid Waste Policy (PNRS) was instituted, which highlights initiatives, principles, objectives, instruments, actions and guidelines that municipalities can adopt to improve failures management about the subject. It is relevant the use of tools that support the assessment of Urban Solid Waste Management (MSW), so that it is possible to identify gaps and flaws in this management, and subsequently, define actions to improve or maintain the identified situations. The objective of the present study was to develop and apply a evaluation tool to assess urban solid waste management in Brazilian municipalities. The methodology comprised five stages: i) bibliographic survey; ii) identification of indicators; iii) evaluation of indicators by specialists (AHP and consistency analysis); iv) elaboration of the tool and; v) application of the tool in the municipalities of Araraquara and São Carlos. As a result, the set of hierarchical indicators was obtained through consultation by specialists and the structuring of the instrument itself in Excel with VBA (Visual Basic for Applications) programming. The tool, called SAGReS - Evaluation System for Urban Solid Waste Management - was composed of five initiatives proposed in the PNRS (landfill, composting, selective collection, public consortium and reverse logistics) and with 50 indicators, in order to subsidize public managers regarding the demands for actions in the sector. In addition, SAGReS was applied in the municipalities of Araraquara (SP) and São Carlos (SP). Public consortium and composting initiatives were not evaluated because there were not proposals implemented in the studied municipalities, which does not preclude the use of the tool, as these initiatives are included in the program. Indicators aimed at operational control of the landfill achieved high results, but those for the management of MSW were unsatisfactory. Reverse logistics has intensified actions in recent years, surpassing the indexes of some selective collection indicators, which is used below the capacity to use material and labor. The instrument can be used on any computer, without the need to install applications. The dashboard illustrates the indicators, for each initiative, that require careful attention from the manager regarding the planning and execution of these initiatives.

Keyword: Solid waste management. Indicators. AHP Method. Tool evaluation. VBA programming.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Matriz de julgamento <i>AHP</i>	64
Figura 2 – Escala do grau de atendimento do indicador aos critérios estabelecidos. 69	
Figura 3 – Fluxograma metodológico da pesquisa	71
Figura 4 – Quantidade de artigos em relação ao recorte temporal definido para a base de dados <i>Scopus</i>	73
Figura 5 - Quantidade de artigos em relação ao recorte temporal definido para a base de dados <i>Web of Science</i>	74
Figura 6 - Quantidade de artigos em relação ao recorte temporal definido para a base de dados <i>Compendex</i>	75
Figura 7 – Quantidade de artigos publicados nos países de maior recorrência para a base de dados <i>Scopus</i>	78
Figura 8 - Quantidade de artigos publicados nos países de maior recorrência para a base de dados <i>Web of Science</i>	79
Figura 9 - Quantidade de artigos publicados nos países de maior recorrência para a base de dados <i>Compendex</i>	80
Figura 10 – Resultados da ferramenta SAGReS para a iniciativa de aterro sanitário em Araraquara	85
Figura 11 - Resultados da ferramenta SAGReS para a iniciativa de coleta seletiva em Araraquara	88
Figura 12 - Resultados da ferramenta SAGReS para a iniciativa de logística reversa em Araraquara	91
Figura 13 – Resultados da ferramenta SAGReS para a iniciativa de aterro sanitário em São Carlos	95
Figura 14 – Resultados da ferramenta SAGReS para a iniciativa de coleta seletiva em São Carlos	99
Figura 15 – Resultados da ferramenta SAGReS para a iniciativa de logística reversa em São Carlos	102
Figura 16 – Capa do programa para avaliação de indicadores	135
Figura 17 – Introdução do programa para avaliação de indicadores	136

Figura 18 – Como usar o programa para avaliação de indicadores	137
Figura 19 – Matrizes <i>AHP</i> do programa para avaliação de indicadores	138
Figura 20 – Capa da ferramenta SAGReS	142
Figura 21 – Página “Início” da ferramenta SAGReS	143
Figura 22 – Página “Como usar” da ferramenta SAGReS	144
Figura 23 – Página “Iniciar Avaliação” da ferramenta SAGReS	145
Figura 24 – Página de avaliação da iniciativa “aterro sanitário” da ferramenta SAGReS	146
Figura 25 – Página de definição dos indicadores da iniciativa “aterro sanitário” da ferramenta SAGReS	147
Figura 26 – Página de avaliação da iniciativa “coleta seletiva” da ferramenta SAGReS	148
Figura 27 – Página de definição dos indicadores da iniciativa “coleta seletiva” da ferramenta SAGReS	149
Figura 28 – Página de avaliação da iniciativa “compostagem” da ferramenta SAGReS	150
Figura 29 – Página de definição dos indicadores da iniciativa “compostagem” da ferramenta SAGReS	151
Figura 30 – Página de avaliação da iniciativa “consórcio público” da ferramenta SAGReS	152
Figura 31 – Página de definição dos indicadores da iniciativa “consórcio público” da ferramenta SAGReS	153
Figura 32 – Página de avaliação da iniciativa “logística reversa” da ferramenta SAGReS	154
Figura 33 – Página de definição dos indicadores da iniciativa “logística reversa” da ferramenta SAGReS	155
Figura 34 – Página do relatório final da ferramenta SAGReS	156

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Diferenças entre gestão e gerenciamento de resíduos sólidos	16
Quadro 2 – Tempo estimado de decomposição dos materiais	22
Quadro 3 – Aspectos avaliados no IQR	30
Quadro 4 – Materiais úteis à coleta seletiva	34
Quadro 5 – Formas de coleta de resíduos consolidadas no Brasil	35
Quadro 6 – Matriz <i>SWOT</i> para funcionamento e consolidação de consórcio público intermunicipal de resíduos sólidos urbanos	45
Quadro 7 – Etapas metodológicas da pesquisa	56
Quadro 8 – <i>Strings</i> definidas para RBS	59
Quadro 9 – Critérios utilizados para seleção dos indicadores	62
Quadro 10 – Escala adaptada no presente estudo	64
Quadro 11 – Critérios definidos para a elaboração da ferramenta de gestão	68
Quadro 12 – Indicadores selecionados para constituir a ferramenta SAGReS	82
Quadro 13 – Indicadores para aterro sanitário e sua respectiva explicação	128
Quadro 14 – Indicadores para coleta seletiva e sua respectiva explicação	129
Quadro 15 – Indicadores para compostagem e sua respectiva explicação	130
Quadro 16 – Indicadores para consórcio público e sua respectiva explicação	131
Quadro 17 – Indicadores para logística reversa e sua respectiva explicação	132
Quadro 18 – Avaliação do IQR da CETESB	157
Quadro 19 – Avaliação do IQC da CETESB	159

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Organização de consórcios públicos por tipo/categoria (até dez/2017) ...	42
Tabela 2 - Identificação de consórcios públicos por macrorregião (até dez/2017) ...	42
Tabela 3 – Exemplo de matriz para cálculos de Índice de Consistência	66
Tabela 4 – Valor do Índice Randômico de acordo com a ordem da matriz	67
Tabela 5 - Quantidade de artigos encontrados na RBS	72
Tabela 6 – Número de artigos em relação aos países com maior recorrência de publicação	77

LISTA DE SIGLAS E ABREVEATURAS

5W2H – What, Why, Who, When, Where, How Much, How

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

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

ACV – Avaliação do Ciclo de Vida

AHP – *Analytic Hierarchy Process*

ANIP – Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos

CAAE – Certificado de Apresentação para Apreciação Ética

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEF – Caixa Econômica Federal

CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem

CEP – Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CIESP – Centro de Indústrias do Estado de São Paulo

CNM – Confederação Nacional de Municípios

CONAI - *Conorzio Nazionale Imballaggi*

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

COOPERVIDA – Cooperativa de Trabalho de Catadores de Materiais de São Carlos

CORI - Comitê Orientador para a Implantação de Sistemas de Logística Reversa

DAAE – Departamento Autônomo de Água e Esgoto

DMRSU – Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

EPI – Equipamento de Proteção Individual

EUA – Estados Unidos da América

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

GIRS – Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

GRI – *Global Reporting Initiative*

GRSU – Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos

GTA – Grupo Técnico de Assessoramento

GTT - Grupo de Trabalho Temático

GWh – Gigawatt-hora

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBOPE – Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística
IC – Índice de Consistência
IDS – Indicadores de Desenvolvimento Sustentável
IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IQC – Índice de Qualidade de Usinas de Compostagem
IQR – Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos
IR – Índice Randômico
MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDIC - Ministério de Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior
MMA – Ministério do Meio Ambiente
MS – Ministério da Saúde
MW - Megawatt
NBR – Norma Brasileira
PMGIRS – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNSB – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
PPCS – Programa Parceria Cidadã com a Sociedade
RAP – Relatório de Impacto Ambiental
RBS - Revisão Bibliográfica Sistemática
RC – Razão de Consistência
RIMA – Relatório de Impacto Ambiental
RSU - Resíduos Sólidos Urbanos
SAGReS – Sistema de Avaliação para Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos
SINIR- Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
SMA – Secretaria de Meio Ambiente
SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SUWMC - *Southern Universities Waste Management Consortium*
SWOT – *Strength, Weakness, Opportunities, Threats*
TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFSCar – Universidade Federal de São Carlos
UGRHI – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
USP – Universidade de São Paulo
VBA – Visual Basic for Applications

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 JUSTIFICATIVAS	15
1.2 PREMISSAS E PRESSUPOSTOS	16
1.3 OBJETIVOS	17
1.3.1 Objetivo Principal	17
1.3.2 Objetivos Específicos	17
2 REVISÃO DA LITERATURA	19
2.1 DESAFIOS DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	19
2.2 INDICADORES.....	23
2.3 INSTRUMENTOS PREVISTOS PELA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	24
2.4 ATERRO SANITÁRIO	26
2.5 COLETA SELETIVA.....	32
2.6 CONSÓRCIO PÚBLICO.....	39
2.7 COMPOSTAGEM.....	46
2.8 LOGÍSTICA REVERSA	49
3 MATERIAIS E MÉTODOS	55
3.1 ETAPA 1 – LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	56
3.2 ETAPA 2 – SELEÇÃO DE INDICADORES.....	60
3.2.1. Seleção de indicadores por meio de critérios.....	61
3.2.2. Definição de novos indicadores.....	62
3.3 ETAPA 3 – AVALIAÇÃO DOS INDICADORES POR ESPECIALISTAS.....	62
3.3.1 Método Analytic Hierarchy Process (<i>AHP</i>)	63
3.3.2 Análise de consistência de Saaty.....	65
3.4 ETAPA 4 – ELABORAÇÃO DA FERRAMENTA SAGReS.....	67
3.5 ETAPA 5 - APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NOS MUNICÍPIOS DE ARARAQUARA (SP) E SÃO CARLOS (SP).....	69
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	72
4.1 RESULTADOS DO LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO.....	72
4.2 INDICADORES SELECIONADOS.....	81
4.2.1 Resultados do Método <i>AHP</i> e da análise de consistência de Saaty.....	81
4.3 ELABORAÇÃO DA FERRAMENTA SAGReS (Sistema de Avaliação de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos)	84
4.4 APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NOS MUNICÍPIOS DE ARARAQUARA E SÃO CARLOS.....	84

4.4.1 Aterro Sanitário em Araraquara.....	84
4.4.2 Coleta Seletiva em Araraquara	88
4.4.3 Compostagem em Araraquara	90
4.4.4 Consórcios Públicos em Araraquara	90
4.4.5 Logística Reversa em Araraquara.....	90
4.4.6 Discussão Geral para Avaliação em Araraquara	93
4.4.7 Aterro Sanitário em São Carlos.....	94
4.4.8 Coleta Seletiva em São Carlos.....	98
4.4.9 Compostagem em São Carlos	101
4.4.10 Consórcios Públicos em São Carlos	101
4.4.11 Logística Reversa em São Carlos.....	102
4.4.12 Discussão Geral para Avaliação em São Carlos	105
5 CONCLUSÕES.....	106
6 SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS	107
REFERÊNCIAS	108
APÊNDICE I – Carta Explicativa.....	126
APÊNDICE II – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	133
APÊNDICE III - Planilha eletrônica para avaliação pelos especialistas.....	135
APÊNDICE IV – PARECER DO CEP COM APROVAÇÃO DO PROJETO	141
APÊNDICE V - Ferramenta SAGReS	142
ANEXO I – Quadro para avaliação do IQR.....	157
ANEXO II – Quadro para avaliação do IQC.....	159

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas três décadas, a preocupação com o desenvolvimento sustentável ocorreu tanto em âmbito nacional quanto internacional, pelo aumento de eventos e movimentos que se intensificaram nesse setor, inserindo discussões nos meios governamental, empresarial, industrial, acadêmico, científico, entre outros, segundo Bonjardim, Pereira e Guardabassio (2018). A incorporação da sustentabilidade nesse contexto acarretou em maior atenção com a geração dos resíduos sólidos, conforme Fachine (2014).

Pereira, Curi e Curi (2018a) complementam que por conta disso, órgãos públicos e privados, universidades, sociedade, entre outras organizações, foram sensibilizados pela mobilização em torno do assunto, e portanto, também passaram a dar mais atenção para a referida questão, na tentativa de encontrar meios econômicos, sociais, tecnológicos e ambientais para continuar mantendo os padrões de produção e consumo atuais, todavia, diminuindo a degradação do meio ambiente.

Ainda que a preocupação e o aumento das discussões acerca dos resíduos sólidos tenham crescido, Ghesla *et al.* (2018) trazem que os problemas da gestão inapropriada ainda são comuns em países em desenvolvimento, como o Brasil.

Apesar disso, a gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil teve respaldo jurídico concreto a partir de 2010, com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), promulgada pela Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010 e regulamentada pelo Decreto Federal 7.404 de 23 de dezembro de 2010.

Baptista (2015) considera esse um marco regulatório para o tema, principalmente porque na maioria das situações brasileiras, relacionadas à gestão dos resíduos sólidos, não houve planejamento por parte dos municípios, em contrapartida, os chamados “lixões” foram se estabelecendo sem qualquer tipo de estrutura sanitária.

Além das questões de planejamento, outro desafio é o monitoramento e avaliação da gestão, para que as lacunas possam ser corrigidas e as oportunidades realçadas. Fratta, Toneli e Antonio (2019) apontam que a gestão dos RSU precisa ser monitorada e avaliada rigorosamente para que seja possível observar sua

eficácia. A efetividade dessa gestão depende do planejamento ambiental, social, econômico e político, bem como do gerenciamento (coleta, tratamento e disposição) destes. As autoras lembram que essa eficiência também deve ser garantida em níveis de sustentabilidade.

Assim sendo, é necessário diagnosticar a situação dos RSU para que seja possível definir estratégias considerando as fragilidades identificadas em cada situação, com o intuito de melhorar de forma geral a situação do município.

Para isso, uma boa opção para analisar e avaliar a gestão dos RSU é por meio da utilização de indicadores, que possibilitam, inclusive, a adequação da gestão aos preceitos da sustentabilidade (PEREIRA; CURI; CURI, 2018b).

Tais indicadores podem ser utilizados juntamente com as ferramentas de gestão que auxiliam a tomada de decisão dos gestores públicos e que, segundo Massukado (2004), está diretamente relacionada a incertezas e imprevistos resultantes do desconhecimento do futuro e da complexidade nos diferentes estudos.

Neste breve contexto, a presente pesquisa foi estruturada e organizada em 6 partes: introdução, revisão da literatura, materiais e métodos, resultados e discussão, conclusões e sugestões para pesquisas futuras.

1.1 JUSTIFICATIVAS

O tema principal da presente pesquisa é a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. A principal motivação para escolha dessa temática foi devido ao conhecimento dos desafios que as gestões municipais enfrentam para lidar com a questão dos resíduos sólidos.

Assim sendo, é importante ressaltar que o universo da pesquisa se restringiu aos resíduos sólidos urbanos (RSU), os quais são originários de atividades domésticas em residências urbanas e resíduos de limpeza urbana (originários da varrição, limpeza de espaços públicos, de vias públicas e outros serviços de limpeza), definidos pela PNRS em seu artigo 13 (BRASIL, 2010).

Além disso, é importante diferenciar os termos “gestão” e “gerenciamento” no contexto dos RSU, uma vez que se trata do principal tema da pesquisa. Massukado (2004) apresenta, após realizar uma revisão da literatura em sua dissertação, um

quadro com as principais diferenças entre os dois termos (Quadro 1) e conclui, basicamente, que a principal diferença entre ambos é que a gestão está relacionada ao planejamento estratégico do sistema de resíduos sólidos, enquanto que o gerenciamento é entendido como atividade operacional, relacionado ao controle das etapas dos sistemas de resíduos sólidos.

Quadro 1 – Diferenças entre gestão e gerenciamento de resíduos sólidos

Gestão	Gerenciamento
O que fazer	Como fazer
Visão ampla	Implementação desta visão
Decisões estratégicas	Aspectos operacionais
Planejamento, definição de diretrizes e estabelecimento de metas	Ações que visam implementar e operacionalizar as diretrizes estabelecidas pela gestão
Conceber, planejar, definir e organizar	Implantar, orientar, coordenar, controlar e fiscalizar.

Fonte: Massukado (2004)

Ainda no que se refere as definições importantes dessa pesquisa, a PNRS apresenta um novo modelo de gestão conhecida como Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (GIRS) e a defini como a busca de soluções para os resíduos sólidos, considerando as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

Para a presente pesquisa, foi adotada a definição somente de gestão dos RSU, uma vez que, como será possível observar nos próximos capítulos do trabalho, a ferramenta desenvolvida não envolve as dimensões que caracterizam uma gestão integrada.

1.2 PREMISSAS E PRESSUPOSTOS

A partir da contextualização apresentada, alguns questionamentos nortearam o estudo:

- 1) Quais os principais desafios para realizar a gestão de resíduos sólidos urbanos (GRSU)?
- 2) Quais os mecanismos mais apropriados para a GRSU?

3) Existe ferramenta útil e disponível aos gestores públicos para monitorar as ações realizadas em relação à Política Nacional de Resíduos Sólidos?

As hipóteses assumidas para o presente trabalho foram:

- O principal elemento que mobiliza os gestores dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos é a destinação final dos RSU de forma adequada, seja em aterro sanitário ou outra forma de uso/aproveitamento.
- A ferramenta elaborada permitirá ao gestor avaliar as iniciativas de sua escolha, uma vez que a avaliação acontece de forma independente, possibilitando o monitoramento de ações desejadas para a(s) iniciativa(s) escolhida(s). Dessa forma, o gestor será capaz de entender onde atuar para que a situação geral da iniciativa seja aprimorada, criando um plano de ação para melhoria dos indicadores com pior desempenho.
- A questão econômica interfere na implementação das iniciativas, uma vez que isto implica em reserva financeira de forma adequada ao longo dos quatro anos de gestão municipal. No entanto, isto não inviabiliza a implantação e/ou expansão dos serviços de limpeza e manejo de RSU em municípios que necessitam da capacitação técnica-gerencial neste setor.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO PRINCIPAL

O objetivo do presente estudo foi elaborar e aplicar uma ferramenta para avaliação da gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos em municípios brasileiros.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos da pesquisa foram:

- Identificar e classificar indicadores para cada iniciativa (aterro sanitário, compostagem, coleta seletiva, consórcio público e logística reversa);
- Conceber a ferramenta de avaliação com indicadores hierarquizados por especialistas;
- Aplicar a ferramenta nos municípios de Araraquara e São Carlos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo, foram reunidas informações existentes sobre os principais assuntos abordados no presente trabalho, como a gestão de resíduos sólidos urbanos (GRSU), a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e as iniciativas selecionadas da PNRS para a realização dessa pesquisa (aterro sanitário, coleta seletiva, consórcio público, compostagem e logística reversa).

É importante lembrar que o universo da pesquisa se restringiu aos resíduos sólidos urbanos, anteriormente definidos. Todos os assuntos aqui citados, foram abordados separadamente nos sub tópicos a seguir.

2.1 DESAFIOS DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Anteriormente à PNRS, foi instituída a Política Nacional de Saneamento Básico, Lei nº 11.445/2007, que estabeleceu diretrizes nacionais para o saneamento básico no Brasil.

Este documento é importante para as questões dos resíduos sólidos uma vez que define o saneamento básico como um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais, de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, drenagem e manejo das águas pluviais e limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos (BRASIL, 2007).

Portanto, a lei aborda a questão dos resíduos sólidos e define que é um conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do resíduo domiciliar e do originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas (BRASIL, 2007).

A Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (GRSU) é parte relevante da infraestrutura urbana que assegura proteção ambiental à saúde humana (MENIKPURA; GHEEWALA; BONNET, 2012). Lima e Silva (2013) apontam que a responsabilidade da GRSU é da prefeitura ou autarquia, o que inclui a coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos ambientalmente correta. Contudo, muitos municípios falham no oferecimento desses serviços por diversas razões, o que pode gerar poluição e perdas econômicas (POLETTO *et. al.*, 2016).

Desta forma, a GRSU é formada por seis serviços básicos (GONÇALVES *et al.*, 2018): acondicionamento, coleta, transferência/transbordo, transporte, processamento/tratamento e disposição final. Os autores afirmam que o armazenamento é essencial para a GRSU e a forma como esse serviço acontece pode influenciar em como os resíduos serão transportados.

A falta de lugares para disposição dos resíduos sólidos e o aumento do custo das técnicas de tratamento motivaram diversas cidades a realizar uma política de gestão integrada dos resíduos sólidos (GIRS), que leva em consideração diversas medidas, como a redução na fonte geradora, a reutilização, reciclagem, compostagem de resíduos, entre outros (LIMA; SILVA, 2013). Em outras palavras, Tchobanoglous e Kreith (2002) explicam que a GIRS compreende a seleção e aplicação de técnicas, tecnologias e programas de gestão para atingir objetivos específicos.

Pereira, Curi e Curi (2018b) concluem que a gestão integrada e sustentável dos RSU possui uma abordagem sistêmica por envolver diversas etapas como geração e maximização do seu reaproveitamento, acondicionamento, coleta, transporte, transferência, tratamento e disposição final.

No Brasil, a crescente preocupação com as questões ambientais passa a ter como resposta a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), uma vez que a ausência da gestão e gerenciamento de RSU acarreta em impactos que atingem diretamente a população.

É nesse sentido que, de acordo com Valle e Souza (2014), esses impactos podem ser minimizados por meio de aplicação de soluções que, em geral, são bem aceitas pela sociedade, tais como a coleta seletiva, reciclagem, cooperativas de catadores, geração de energia proveniente dos resíduos, entre outros.

Antes da PNRS, foram definidas as ABNT NBR 10004, 1005, 1006 e 1007, referentes à, respectivamente, classificação dos resíduos sólidos, procedimentos para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos, procedimentos para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos e amostragem de resíduos sólidos.

A classificação dos resíduos, segundo artigo 13 da PNRS, pode ser quanto à origem ou quanto à periculosidade, enquanto que a NBR 10004 classifica os resíduos em duas classes: classe I (perigosos) e classe II (não perigosos), sendo que esta

última se apresenta em classe II A (não inertes) e classe II B (inertes), conforme ABNT (2004).

Os desafios da GRSU ainda são muitos, como salientam Tchobanoglous e Kreith (2002): i) aumento da quantidade de resíduos gerados; ii) falta de definições claras para os termos e funções da gestão de resíduos sólidos; iii) falta de dados de qualidade; iv) necessidade de funções e lideranças bem definidas nos governos federal, estadual e municipal e; v) regulamentações para consórcios públicos intermunicipais.

Jacobi e Besen (2011) observaram que a sustentabilidade financeira dos serviços de limpeza urbana é uma questão que necessita de critérios mais específicos para seu estabelecimento, pois identificaram que mais de 50% dos municípios brasileiros não cobram por esse serviço e quando o efetuam, os valores cobrados são insuficientes para as despesas realizadas. Portanto, a cobrança pelos serviços de resíduos pode ser um aliado na melhoria da gestão e gerenciamento dos mesmos.

Falbo (2016) aponta que a maior complexidade da gestão de RSU está na prestação de serviços de saneamento básico, que é de extrema importância, uma vez que atinge diretamente a saúde pública e o meio ambiente.

O autor explica que o saneamento básico é direito fundamental estabelecido na Constituição Brasileira de 1988 e consiste no conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais para a promoção do abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza e manejo dos resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais.

Lima e Silva (2013) afirmam que a solução para os problemas relacionados aos resíduos são complexos e envolvem a integração de diversos aspectos, como político, geográfico, de planejamento local e regional, elementos sociais e demográficos, entre outros.

De acordo com o Observatório dos Lixões, uma plataforma on-line realizada pela Confederação Nacional de Municípios (CNM), a partir das respostas de 4.466 municípios, 2.402 municípios utilizam o lixão/aterro controlado como principal forma de destino dos RSU (CNM, 2015), o que reflete os desafios da gestão pública quanto à adequação ambiental deste impacto na sociedade.

Nesta situação, é relevante diferenciar os resíduos perigosos e rejeitos antes

da destinação do material para aterro sanitário, pois isto minimiza os custos operacionais. No entanto, esta ação depende da segregação adequada por parte dos geradores e de serviços públicos empenhados em garantir a segurança deste procedimento.

Besen *et al.* (2016) corroboram com a PNRS, enfatizando que os resíduos sólidos são dotados de valor econômico e uso social, gerando emprego e renda para famílias menos abastadas, enquanto os rejeitos não detêm tal importância e, por isto, são encaminhados aos aterros sanitários (BRASIL, 2010).

O Quadro 2 ilustra o tempo estimado de decomposição de alguns materiais, observando que alguns se decompõem mais rapidamente pela sua própria composição que outros.

Quadro 2 - Tempo estimado de decomposição dos materiais

Resíduo/Material	Tempo estimado de decomposição
Orgânico	1 a 3 meses
Papel/papelão	6 meses
Chiclete	5 anos
Filtro de cigarro	5 anos
Aço	100 anos
Lata de alumínio	200 a 500 anos
Madeira pintada	15 anos
Nylon	30 anos
Sacolas plásticas	Mais de 100 anos
Metais	450 anos
Embalagens PET	Mais de 100 anos
Vidro, pneu, borracha, esponjas sintéticas e isopor	Tempo indeterminado

Fonte: Ministério do Meio Ambiente - MMA (2017)

De acordo com Fechine (2014), os resíduos sólidos abordam as dimensões ambiental, social e econômica, e dessa forma, necessitam de indicadores para monitorar e avaliar a sustentabilidade associada à gestão de RSU.

Deste modo, para este trabalho, a presente pesquisadora entende resíduos sólidos como todos os materiais com interesse econômico, com potencial de recuperação energética e que promova benefícios socioambientais, em escala local ou regional.

2.2 INDICADORES

Indicadores podem ser entendidos como instrumentos de monitoramento para subsídio à decisão porque mensuram processos, procedimentos ou serviços; associam o conflito/problema com a solução e podem ser adaptados à necessidade do usuário, conforme seu interesse (VENTURA, 2009). Portanto, representam informações qualitativas e quantitativas que podem ser aferidas e, assim, indicar resultados ao gestor/usuário.

No Brasil, algumas pesquisas do governo federal subsidiaram a proposição de indicadores de resíduos, em que as principais são: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS) e o diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos (DMRSU). Algumas entidades produziram documentos que auxiliam nesse aspecto, como a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) e o Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE).

De acordo com Fratta, Toneli e Antonio (2019), indicadores são ferramentas de qualidade da área de gestão, que podem e devem ser aplicadas pelos gestores para avaliar os processos e a gestão dos RSU.

Pereira, Curi e Curi (2018a) apresentam que a criação de sistemas de indicadores na gestão dos RSU podem ser um caminho para se buscar a sustentabilidade ambiental urbana, uma vez que irá auxiliar na tomada de decisão por meio de diagnósticos e previsões.

Gamberini *et al.* (2013) sugerem que algumas limitações relacionadas aos indicadores, principalmente relacionadas à quantidade de indicadores utilizados, podem dificultar os trabalhos, uma vez que um único indicador permite uma análise parcial e restritiva do problema enquanto que um número muito grande de indicadores resulta numa análise complexa e ineficaz.

Existem dificuldades sobre a quantidade de dados disponíveis para o cálculo dos indicadores, além da carência de sistema e padronização da coleta de dados adequados para posterior processamento (FERREIRA *et al.*, 2017).

Um dos desafios destacados por Pereira, Curi e Curi (2018b) é que, muitas vezes, as gestões municipais não possuem informações suficientes para a realização

da avaliação da gestão dos RSU de forma confiável, o que implica na necessidade de se levantar o máximo de dados possíveis em fontes secundárias, na tentativa de compor um modelo apropriado.

No âmbito da gestão ambiental, Regra (2013) ressalta que as ferramentas de gestão podem minimizar certas fragilidades do processo, entre elas, a falta de estrutura, recursos financeiros insuficientes, a falta de capacitação dos recursos humanos e falta da participação popular nos processos de tomada de decisão. E, por serem instrumentos de fácil aplicação, permitem a realização de tarefas específicas e, conseqüentemente, a promoção de melhorias (HONDA, 2017).

Cabe destacar alguns trabalhos científicos que desenvolveram ferramentas no âmbito dos resíduos, tais como i) Massukado (2004) que desenvolveu um sistema para avaliação de diferentes cenários para gestão integrada de resíduos sólidos, ii) Abreu e Mendes (2016) desenvolveram um *software* para a gestão de resíduos sólidos da construção civil com uso de tecnologia da informação para engenharia civil, iii) Ramos *et al.* (2017) desenvolveram uma ferramenta para diagnóstico ambiental de lixões no Brasil e, Franceschi (2017) que propôs e avaliou indicadores de desempenho para PMGIRS.

O conceito de indicadores para resíduos sólidos, pela pesquisadora, está associado à uma informação, qualitativa ou quantitativa, que tenha importância para o sistema a ser avaliado ou mensurado, cujo resultado aponte o caminho que está em curso para a gestão ou gerenciamento de resíduos sólidos. Assim, quanto mais próximo da meta for o indicador, melhor resultado foi obtido no processo, procedimento, tecnologia e treinamento.

2.3 INSTRUMENTOS PREVISTOS PELA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) teve sua elaboração norteadada por políticas de resíduos sólidos de outros países, como Japão, Estados Unidos e algumas nações europeias. Contudo, um dos principais problemas nessa situação se refere a diferenças políticas, socioeconômicas, culturais, fisiográficas, entre outras, que diferem esses países dos municípios brasileiros. Além disso, outro desafio é a

falta de fiscalização pelos órgãos públicos e de condições tecnológicas necessárias para o controle e gerenciamento desses resíduos (SCHETTINI, 2016).

A PNRS tem o objetivo de fornecer subsídios para a gestão integrada de resíduos sólidos, por meio de disposições gerais, princípios, objetivos e diretrizes, de forma a responsabilizar pessoas físicas ou jurídicas, de direito privado ou público, para o alcance da gestão compartilhada de resíduos (BRASIL, 2010).

Baptista (2015) apresenta que a PNRS teve como uma de suas bases o Decreto Federal nº. 5.940/2006, sobre a coleta seletiva, que institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal, direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, incluindo assim, as cooperativas de catadores na gestão dos RSU.

De forma complementar, Marotti (2018) explica que a PNRS, além de manter itens consolidados no setor, traz novos elementos como incentivo à reciclagem, coleta seletiva e às cooperativas de catadores, disposição final de rejeitos ambientalmente adequada, fomento ao controle social, princípios do desenvolvimento sustentável e educação ambiental.

Fratta, Toneli e Antonio (2019) esclarecem que houve um avanço quanto as questões pertinentes à gestão pública do RSU, mas destaca que uma das maiores dificuldades é garantir o cumprimento das diretrizes apresentadas pela PNRS.

A PNRS propõe gestão sistêmica, expandindo a responsabilidade para todos os setores da sociedade, principalmente aos agentes das cadeias produtivas, de forma a conceder mais relevância aos processos anteriores ao descarte, como a redução na geração, reaproveitamento do material e a reciclagem, além de recomendações quanto ao design dos produtos (que devem ser pensados para facilitar os processos de reciclagem) e a integração de catadores nos serviços de coleta seletiva e logística reversa, como mecanismo de combate à desigualdade social (FOSTER; ROBERTO; IGARI, 2016)

A Lei prevê a disposição de resíduos sólidos e consequente remediação e encerramento de todos os lixões em até quatro anos após sua promulgação, fato esse considerado um marco na gestão eficiente dos resíduos sólidos por Baptista (2015) porque obriga os municípios a formularem planos de gestão de resíduos sólidos, além

do encerramento de lixões.

Contudo, quanto à extinção destes, o Senado Federal Brasileiro, por meio da Lei nº 425 de 2014, aprovou o projeto para prorrogar os prazos da disposição adequada dos resíduos sólidos para até 31 de julho de 2021 (SENADO, 2015), o que significa que os municípios terão até o ano de 2021 para organizar a gestão de RSU e erradicar os locais de disposição inadequada.

Os instrumentos estabelecidos pela PNRS para sua implementação são os planos de resíduos sólidos, inventários e sistema declaratório anual de resíduos (Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR), coleta seletiva, logística reversa, responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e incentivos fiscais, financeiros e creditícios (BRASIL, 2010).

Com a PNRS, foi implantado o Sistema Nacional de Informações sobre a Geração de Resíduos Sólidos (SINIR), que tem como função organizar as informações sobre a gestão dos resíduos sólidos nos municípios brasileiros (FECHINE, 2014). Franceschi *et al.* (2017) complementam que o sistema tem como objetivo criar uma base de dados nacional para a gestão de resíduos sólidos no país, uma vez que é indispensável a existência de dados para elaboração de diagnósticos adequados, planejamento, monitoramento proposição de indicadores, entre outros.

Torna-se evidente que o SINIR apresenta manuais para elaboração de planos, informações gerais sobre compostagem, coleta seletiva, logística reversa, legislações relacionadas aos resíduos, panorama geral da gestão de resíduos sólidos por municípios, entre outros. Neste contexto, a PNRS ressalta iniciativas, princípios, objetivos, instrumentos, ações e diretrizes que os municípios podem adotar para aprimorar as falhas gerenciais do assunto.

A presente pesquisa considera cinco delas, a saber: aterro sanitário, coleta seletiva, consórcio público, compostagem e logística reversa.

2.4 ATERRO SANITÁRIO

A Comunidade Europeia instituiu a Diretiva 1999/31, que visa propor medidas, processos e instruções para evitar ou reduzir os impactos negativos da disposição de resíduos sólidos em aterros (EUROPEAN COMMISSION, 1999).

Fehr *et al.* (2001) apresentaram que em países como Alemanha, Canadá, Espanha e Suécia, eram adotadas tecnologias de tratamento de resíduos, evidenciando a preocupação que se tornou cada vez mais crescente em reduzir a quantidade dos mesmos em aterros sanitários.

A PNRS apresenta que a “*disposição final ambientalmente adequada*” se refere à distribuição ordenada de rejeitos em aterros. Assim, pode-se concluir que, segundo a PNRS, o aterro sanitário é a forma de disposição final ambientalmente adequada de rejeitos, levando em consideração normas operacionais específicas com o objetivo de evitar danos ou riscos à saúde pública, assim como minimizar impactos ambientais negativos (BRASIL, 2010).

A NBR 8.419/92 que trata da “*Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos*” estende a definição de aterro sanitário ao apresentar que trata-se de uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo de forma a não causar danos à saúde pública, além de minimizar impactos ambientais por meio de princípios da engenharia para armazenar os resíduos na menor área possível e reduzindo-os no menor volume permissível, em que serão cobertos por uma camada de terra ao final de cada jornada de trabalho ou em intervalos menores, se necessário (ABNT, 1992).

Os lixões são correspondentes às áreas onde o material coletado é lançado diretamente sobre o solo de forma inadequada, sem qualquer tipo de controle e proteção, impermeabilização ou outros dispositivos para proteção ambiental. Essa prática causa a poluição do solo, do ar e das águas subterrâneas e superficiais da vizinhança. Nesses locais, não há controle do tipo de resíduo recebido e, conseqüentemente, não há nenhum tipo de mecanismo que minimize ou evite emissão de poluentes, o que acarreta em sérios problemas de saúde pública, como proliferação de vetores de doenças, geração de maus odores, entre outros (SILVA *et al.*, 2016).

Ademais, não há qualquer tipo de impermeabilização, sistema de drenagem de lixiviados, de gases e cobertura diária do lixo. Ainda, é comum a presença de pessoas socioeconomicamente excluídas trabalhando como catadores, em condições precárias e insalubres, incluindo crianças e idosos (Van ELK, 2007).

Os aterros sanitários são autorizados a receber somente resíduos de classe II,

especialmente os de origem no meio urbano, excluindo-se os resíduos perigosos de diversas naturezas (saúde, industriais, serviços de transporte, entre outros), segundo ABNT (2004).

De acordo com Schettini (2016), existem três tipos de aterro, classificados quanto ao método de construção: aterro de trincheira, rampa ou em área.

Lima (2001) explica que a diferença entre eles é que, no método de trincheira, o solo é escavado de dois a cinco metros de profundidade (varia de acordo com a profundidade do lençol freático) e é recoberto pelo próprio material escavado. Conforme maior a compactação dos resíduos, maior será a vida útil do aterro. O método de rampa é realizado, geralmente em terrenos com declive, em que os resíduos são depositados no solo até atingir o topo do declive, cujo preenchimento forma camadas planas. O aterro em área é implantando em áreas planas, em que a disposição dos resíduos é realizada por meio de diques de terra.

De acordo com Kataoka (2000), os aterros sanitários necessitam de elementos para proteção ambiental, como: i) sistemas de revestimento de proteção da base do aterro; ii) sistema de coleta e drenagem de líquidos percolados; iii) sistemas de tratamento de líquidos percolados; iv) sistema de coleta e tratamento de gases; v) sistemas de drenagem superficial; vi) sistemas de revestimento de proteção da cobertura superficial e; vii) sistemas de monitoramento.

De acordo com Silva e Zaidan (2004), os maiores problemas para se implantar um aterro sanitário são: i) possibilidade de poluição do solo e água (superficial ou subterrânea); ii) necessidade de supervisão constante para garantia da manutenção das mínimas condições ambientais e de salubridade; iii) geração de gases a partir da decomposição dos rejeitos; iv) necessidade de terrenos disponíveis, que atenda aos critérios exigidos e; v) resistência dos moradores nas proximidades do aterro que criam impasses para a administração pública por não serem ouvidas e não terem suas questões esclarecidas.

Para a implantação de um aterro sanitário é necessário passar pelo processo de licenciamento ambiental, por meio das licenças prévia, de instalação e de operação do empreendimento (ARANTES, 2009). A licença ambiental é ato administrativo no qual o órgão ambiental competente estabelece condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser seguidas pelo

responsável, para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimentos ou atividades que são potencialmente poluidoras ou que podem causar degradação ambiental (BRASIL, 1997).

Para aterros sanitários de pequeno porte, ou seja, aqueles que recebem até 20 toneladas de resíduos por dia, a licença ambiental deve seguir os preceitos estabelecidos na resolução CONAMA nº 404 de 2008, em que prevê os procedimentos simplificados de acordo com critérios e diretrizes definidos na Resolução, de forma que é dispensada a apresentação de Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) (CONAMA, 2008).

No Estado de São Paulo, o licenciamento ambiental é realizado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e, para aterros de pequeno porte, é necessária apenas elaboração do Relatório Ambiental Preliminar (RAP).

A CETESB adota o Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR), apresentado no Inventário Estadual de Resíduos Sólidos. O índice é composto por critérios de pontuação e de classificação dos locais de destinação de resíduos sólidos urbanos em operação no estado de São Paulo (CETESB, 2019). As variáveis avaliadas no local de disposição apresentam-se no Quadro 3.

Quadro 3 – Aspectos avaliados no IQR

Item	Sub item
Estrutura de apoio	Portaria, balança e vigilância
	Isolamento físico
	Isolamento visual
	Acesso à frente de descargas
Frente de trabalho	Dimensões da frente de trabalho
	Compactação dos resíduos
	Recobrimento dos resíduos
Taludes e bermas	Dimensões e inclinações
	Cobertura de terra
	Proteção vegetal
	Afloramento de chorume
Superfície superior	Nivelamento da superfície
	Homogeneidade da cobertura
Estrutura de proteção ambiental	Impermeabilização do solo
	Profundidade lençol freático (P) X Permeabilidade do solo (k)
	Drenagem de chorume
	Tratamento de chorume
	Drenagem provisória de águas pluviais
	Drenagem definitiva de águas pluviais
	Drenagem de gases
	Monitoramento de águas subterrâneas
Monitoramento geotécnico	
Outras informações	Presença de catadores
	Queima de resíduos
	Ocorrência de moscas e odores
	Presença de aves e animais
	Recebimento de resíduos não autorizados
	Recebimento de resíduos industriais
	Estruturas e procedimentos
Característica da área	Proximidade de núcleos habitacionais
	Proximidade de corpos de água
	Vida útil da área
	Restrições legais ao uso do solo

Fonte: CETESB (2018)

Para melhor conhecimento de como o IQR é realizado, o Anexo I apresenta a tabela de avaliação onde se encontram todos os aspectos, critérios de avaliação e pesos considerados pela CETESB para avaliar os aterros sanitários.

No Brasil, de acordo com o Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos de 2018, foi estimado que, dos 62,78 milhões de toneladas de resíduos coletados em 2018 e, levando em consideração que 3.468 municípios que participaram da pesquisa, 75,6% foram dispostos em aterros sanitários, enquanto que os 24,4% restantes, foram dispostos em aterros controlados e lixões (BRASIL, 2019).

Brkanac *et al.* (2014) afirmam que o aterro sanitário é o método mais utilizado

para disposição final de resíduos sólidos no mundo todo, em que seu principal objetivo é isolar os resíduos do meio ambiente. Contudo, se esse isolamento não for realizado corretamente, o aterro pode se estender a novos locais, como fontes de água, águas subterrâneas e ainda, contaminar plantas e animais, afetando gravemente a biodiversidade e as populações.

No cenário internacional, foram observados alguns trabalhos, como na Sérvia, que identificou que um dos problemas dos aterros sanitários são os incêndios causados pela liberação de gases. Apesar dessas ocorrências diminuírem com o passar dos anos, se trata de uma questão muito séria quando atrelada aos incêndios que ocorrem no subsolo, que diferente dos incêndios na superfície, não são facilmente notáveis. De acordo com os autores, esses incêndios têm início com brasas por semanas ou meses sem parar, e sem qualquer tipo de chama perceptível ou fumaça (MILOSEVIC *et al.*, 2018).

Um estudo no Sri Lanka comparou, por meio de indicadores econômicos, sociais e ambientais, as práticas de aterro sanitário com recuperação de gás e lixo a céu aberto. Os resultados apontaram, como esperado, que, apesar do aterro sanitário com aproveitamento de gás ser apenas uma etapa intermediária para o melhoramento da gestão integrada dos resíduos sólidos, essa alternativa mostrou diminuir potenciais gases que contribuem para o aquecimento global em 71% e diminuiu a ocupação do solo em 156%. Além disso, essa prática é muito mais vantajosa sob a perspectiva dos trabalhadores, com melhores condições de trabalho (MENIKPURA; GHEEWALA; BONNET, 2012).

Foi observado ao longo da leitura dos artigos que, muitos deles, relacionados às questões dos aterros sanitários, traziam outro tema sempre associado ao primeiro: a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). De acordo com Gomes *et al.* (2015), esse instrumento surge com a finalidade de avaliar os impactos causados pelos aterros sanitários, para compreensão, controle e redução de tais impactos.

Um dos problemas conhecidos são as embalagens que possuem uma vida útil muito curta e, de acordo com Xie *et al.* (2013), o volume de embalagens no mercado é praticamente igual ao volume dos resíduos gerados por essas embalagens. Os autores ainda complementam que em grande parte, as embalagens são compostas por um laminado de papel, polietileno e papel alumínio, que são difíceis de serem

reciclados, principalmente pelo alto custo e baixo valor para revenda, o que acabam sendo dispostos nos aterros sanitários.

Os mesmos autores comentam que a questão principal está relacionada ao aumento do consumo de materiais, uma vez que a maior parte das estratégias de reuso e reciclagem dos materiais envolvem outros tipos de recursos e impactos ambientais. Eles exemplificam que os benefícios de se reciclar papel, por exemplo, vem sendo questionado, pois causa um aumento no consumo de combustíveis fósseis e na emissão de gases do efeito estufa e gases acidificantes.

Nesse contexto, a pesquisadora enfatiza o quanto a construção de aterros é importante para disposição ambientalmente adequada de rejeitos nos municípios, da mesma forma que enfatiza a necessidade de se aumentar os mecanismos para diminuir a quantidade de resíduos recicláveis que chegam até esses locais, uma vez que sua vida útil é limitada e exige elevada quantidade de recursos técnicos e financeiros para se construir ou ampliar esse tipo de empreendimento.

2.5 COLETA SELETIVA

A PNRS define a Coleta Seletiva, em seu artigo 3º, inciso V, como a coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição (BRASIL, 2010).

O principal objetivo da coleta seletiva é realizar a separação do maior número possível de materiais, mantendo o maior padrão de qualidade possível. Para alcançar isso, é necessário que exista sistemas de coleta seletiva apropriados na fonte geradora (GALLARDO *et al.*, 2010).

Além disso, melhorar as condições ambientais por meio da reutilização e reciclagem, reduzindo os custos associados com recursos necessários para obter novos materiais, também faz parte dos seus objetivos (RADA *et al.*, 2018; BERNARDO; LIMA, 2017)

Nos últimos tempos a coleta seletiva passou a ser incorporada pelos gestores municipais na gestão de resíduos sólidos urbanos principalmente porque a retirada de materiais recicláveis do fluxo convencional, reduz a quantidade de resíduos sólidos dispostos em aterros sanitários (BRIGHENTI; ZANDONADE; GUNTHER, 2011).

Em 2018, o Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (IBOPE) divulgou uma pesquisa em que, apesar de 94% das pessoas concordarem que a melhor forma de descartar os resíduos é por meio da separação de materiais, 75% destes não separam os materiais recicláveis e ainda, 56% não utilizam qualquer tipo de serviço de coleta seletiva (IBOPE, 2018). Esses números evidenciam a razão pela qual ainda é baixa a porcentagem de resíduos sólidos que são destinados de forma correta à reciclagem.

A coleta seletiva é um dos principais instrumentos da PNRS e de acordo com o inciso 1 do artigo 18, os municípios que a implantarem com a participação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores, terão prioridade ao acesso aos recursos da União (BAPTISTA, 2015).

O autor destaca que a PNRS busca trazer mecanismos voltados à facilitação e manutenção de parcerias que aderem à política como um todo, por meio de instrumentos econômicos, por exemplo, que poderão instituir medidas indutoras e linhas de financiamento para atender a estruturação de sistemas de coleta seletiva e logística reversa, em parceria com cooperativas e outras formas de associações (BAPTISTA, 2015).

As questões ambientais, depois de incluída nas agendas políticas e nos meios de comunicação globais, passaram a contribuir com a sensibilização da sociedade a respeito da importância da separação dos resíduos na fonte geradora (BRIGHENTI; ZANDONADE; GUNTHER, 2011).

A coleta seletiva é uma das etapas do gerenciamento dos RSU e envolve a separação de materiais como papel, vidro, plástico e metal. Esse processo é visto como uma alternativa para diminuir os impactos no meio ambiente causados pelos RSU, uma vez que ajuda a diminuir o volume de resíduos que é disposto em aterros sanitários (BERNARDO; LIMA, 2017).

Estes autores esclarecem que, em relação ao agente que realiza a coleta seletiva de RSU, no Brasil existem algumas modalidades: o município, empresas privadas ou Associação de catadores/cooperativa e catadores autônomos/informais.

No que se refere ao modelo de coleta, existem três opções: porta-a-porta, ponto-a-ponto e pontos de entrega voluntária. Os autores apontam que os modelos de coleta não são mutuamente exclusivos e dessa forma, mais de uma forma de

coleta podem existir no município, como um modelo híbrido (BERNARDO; LIMA, 2017).

Nesse contexto, Besen *et al.* (2016) apresentam que um dos grandes desafios da coleta seletiva é inserir o uso de indicadores para diagnosticar, planejar, avaliar e monitorar esses serviços.

Bernardo e Lima (2017) identificaram duas necessidades principais no que se refere à coleta seletiva: o fato de que, segundo a PNRS, todos os municípios brasileiros devem instituir a coleta seletiva e, o fato de ser um novo contexto e por isso, é necessário que se tenha mais conhecimento sobre esse tipo de iniciativa para que os projetos futuros se tornem mais eficientes.

No panorama brasileiro, de acordo com o Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2018, dos 3.468 municípios que participaram da pesquisa, 1.322 municípios realizam a coleta seletiva (38,1% dos municípios participantes). Apesar dos números serem baixos, o diagnóstico mostra que há uma tendência de crescimento desses valores desde 2016 (33,1% em 2016 e 35,3% em 2017) (BRASIL, 2019).

Besen *et al.* (2016) apresentam relação dos materiais para a coleta seletiva (Quadro 4).

Quadro 4 - Materiais úteis à coleta seletiva

Categorias	Materiais recicláveis	Materiais não recicláveis
Plástico	Garrafas, copos, produtos de limpeza, sacos, sacolas, CDs, DVDs, tubo PVC, embalagens metalizadas, isopor entre outras.	Fraldas, fitas adesivas, plásticos de eletroeletrônicos e de computadores, fones, eletrodomésticos, celofanes, cabos de painéis, acrílicos, espumas, entre outros.
Papel	Caixas de papel e papelão, caixa de ovo, jornais, revistas, papel sulfite, cartolina, papel embrulho, embalagem longa vida, entre outros.	Papel higiênico, adesivo, lenços, guardanapos, fotografias, neon, papel encerado, papel laminado, papel molhado, com cola ou sujo de comida e óleo, entre outros.
Metal	Latas, tampas, talheres ferragens, panelas, bandejas, papel alumínio, lata aerossol vazia, entre outros.	Clipes, grampos, tachinhas e pregos, esponja de aço, canos, lata de combustível, de tinta, solventes, de aerossol, inseticidas ou raticidas, entre outros.
Vidro	Vasilhames em geral, copos, jarras, vasos, janelas, entre outros.	Cristais, espelhos, cerâmicas, objetos de barro, porcelana, utensílios de cozinha, vidro de carro, tampa de forno e micro-ondas, óculos, entre outros.

Fonte: Besen *et al.* (2016)

Outro fator indispensável no que se refere à coleta seletiva é a forma de coleta dos resíduos recicláveis, uma vez que muitos sistemas de gestão de resíduos não são financeiramente sustentáveis, principalmente quando se tratando dos altos custos da coleta (FERREIRA *et al.*, 2014).

Portanto, é importante que seja realizada uma estratégia para a escolha da forma de coleta pois, segundo Bernardo e Lima (2017), os caminhões são responsáveis pela elevação do custo dessa iniciativa, e dessa forma, pensar em alternativas logisticamente estratégicas de recolhimento do material, é uma vantagem financeira.

O Quadro 5 apresenta a definição de cada uma das formas de coleta consolidadas no Brasil, assim como suas principais vantagens e desvantagens (LIMA, 2013).

Quadro 5 - Formas de coleta de resíduos consolidadas no Brasil

Forma de coleta	Definição	Vantagens	Desvantagens
Porta-a-porta	Os materiais são recolhidos de porta em porta, por meio de caminhões que passam por todas as ruas e bairros, os quais os coletores recolhem os resíduos recicláveis e depositam dentro do caminhão em movimento.	Boa cobertura de coleta; O caminhão age como sinalizador do serviço e ainda, é possível de ser ouvido pelos moradores.	Custo elevado por conta da logística do caminhão, que deve passar em todas as ruas da área de coleta.
Ponto de entrega voluntária	Disponibilização de containers em pontos estratégicos em que a população deposita os resíduos recicláveis que posteriormente são recolhidos por caminhões.	Menor custo logístico; Baixa demanda de equipe pois a população executa parte do serviço; Visibilidade dos containers possibilita divulgação da coleta seletiva.	A mobilização deve ser eficaz porque a participação da população deve ser ativa; Maior rigor quanto aos dias de coleta para que os containers não saturem e se transformem em pontos de lixo; Por não necessitar de catadores, pode haver desvio de materiais de valor e atos de depredação.
Ponto-a-ponto	Coletores recolhem os resíduos recicláveis porta a porta e os concentram em pontos estratégicos, chamados de "bandeiras", onde posteriormente será coletado por caminhões.	Baixo custo de logística pois otimiza a rota dos caminhões; Aumenta a quantidade e qualidade dos materiais separados; O contato direto da população com os coletores resulta em uma interação que viabiliza, indiretamente, a mobilização na comunidade.	Quantidade elevada na equipe da coleta seletiva; Bandeiras devem ser bem localizadas para minimizar o tempo em que ficam expostas.

Fonte: Lima (2013)

Ferreira *et al.* (2017) apresentaram as experiências de coleta seletiva em Portugal, que são baseadas na organização de ecopontos, com 3 tipos diferentes de containers para cada material que será coletado: papel/papelão, vidro e embalagens leves. Tais containers são esvaziados de acordo com a frequência estipulada pela entidade de gestão e posteriormente, é transportada para as unidades de separação.

Este estudo identificou que a coleta dos resíduos ocorre pela lateral das ruas, em que os containers são carregados pela traseira do veículo, por meio do levantamento hidráulico. A coleta em que os containers não são transportados, são elevados por meio de um guindaste até o topo do veículo e esvaziado.

Lima e Silva (2013) apontam que a coleta seletiva com a segregação dos materiais e dos compostos orgânicos na fonte geradora, ainda se faz muito importante na redução dos impactos da disposição dos resíduos sólidos em aterros sanitários, uma vez que diminui a quantidade de resíduos dispostos no solo.

Gallardo *et al.* (2010) afirmam que separar os resíduos por categorias, como papel, vidro, plástico, metal, entre outros, e principalmente na fonte geradora, é uma das formas mais eficientes de se coletar os resíduos, para que posteriormente sejam recuperados por meio da reciclagem, reutilização ou geração de energia.

Estes autores afirmam que o sucesso dos programas de coleta seletiva depende, principalmente, da participação dos cidadãos que irão determinar a quantidade e o tipo de material que será coletado. Além disto, observaram que no planejamento do sistema de coleta seletiva, os containers de coleta de resíduos devem ser alocados em locais apropriados e com uma distância adequada entre si, com o objetivo de facilitar o descarte pelos cidadãos.

Gallardo *et al.* (2010) conduziram a pesquisa que comparou quatro sistemas diferentes de coleta seletiva em cidades espanholas com uma população de pelo menos 50 mil habitantes: i) separação em 4 frações (papel, vidro, embalagens leves – levados para pontos de coleta de resíduos recicláveis - e resíduos em geral – depositados em lixeiras); ii) separação em 4 frações (papel, vidro – levados para pontos de coleta de resíduos recicláveis – embalagens leves e resíduos em geral – depositados em lixeiras); iii) separação em 4 frações (papel, vidro – levados para pontos de coleta de resíduos recicláveis -, resíduos orgânicos e resíduos em geral – depositados em lixeiras); iv) separação em 5 frações: papel, vidro e embalagens leves

– levados para pontos de coleta de resíduos recicláveis – resíduos orgânicos e resíduos em geral – depositados em lixeira.

Os autores concluíram que o “sistema IV” é o melhor dentre todos por ter 5 frações de separação, o que significa que os resíduos são mantidos o mais limpo possível desde o momento que são separados na fonte, até chegarem nas usinas de reciclagem. Em contrapartida, os cidadãos precisam realizar um esforço um pouco maior do que nos outros sistemas.

Em 2010, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) realizou a pesquisa sobre Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos para Gestão de Resíduos Sólidos como forma de subsídio para a elaboração da Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais Urbanos.

Na estimativa dos benefícios potenciais da reciclagem para o Brasil, o resultado mostrou que, para o cenário de 2010, se todo o resíduo reciclável disposto em aterros sanitários e lixões fosse encaminhado para a reciclagem, seria gerado um benefício da ordem de R\$ 8 bilhões. Já os benefícios totais gerados pela reciclagem no ano do estudo, foi cerca de R\$ 1 bilhão (IPEA, 2010). Com o aumento da população de 2010, pode-se concluir que esse valor seria muito maior nos dias de hoje, devido à elevada quantidade de geração de resíduos.

Uma questão importante atrelada à coleta seletiva são as cooperativas/associações e os catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, que estão presentes em diversos aspectos da PNRS, tanto no objetivo da Lei, por meio da integração desses catadores nas ações que envolvem a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, quanto como instrumento, por meio da criação e desenvolvimento das cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis (BRASIL, 2010).

Devem estar presentes nos planos nacionais, estaduais e municipais, por meio de metas para implantar a coleta seletiva com a participação de cooperativas e catadores, assim como catadores autônomos e informais (BRASIL, 2010).

De acordo com Silva, Goes e Alvarez (2013), os catadores de materiais recicláveis estão presentes no cenário urbano brasileiro há muitos anos, com seus primeiros registros datando do século XIX, o que evidencia que sua participação em espaços de pequenas e grandes cidades, acompanhou todo o processo de

urbanização do país. Os autores ainda afirmam que essas pessoas encontram na atividade de catador, a única alternativa de trabalho possível para sua sobrevivência, principalmente pelas restrições impostas pelo mercado de trabalho.

O Decreto 7.405/2010 instituiu o programa pró-catador, que tem como finalidade integrar e articular as ações do Governo voltadas ao apoio à organização de catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis, à melhoria das condições de trabalho, à ampliação das oportunidades de inclusão social e econômica e à expansão da coleta seletiva, da reutilização e da reciclagem dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010b)

O Diagnóstico do SNIS mostra que há 1.232 organizações de catadores no país, distribuídas por 827 municípios, com mais de 27 mil catadores vinculados à essas entidades – associações ou cooperativas (BRASIL, 2019).

Fechine (2014) apresenta quatro dimensões para a coleta seletiva e seus respectivos princípios:

- Institucional/Operacional: produtividade e eficiência do programa;
- Econômica: custos e receitas da coleta seletiva;
- Ambiental: preservação das riquezas naturais e diminuição da degradação ambiental;
- Sociocultural: Inclusão socioeconômica, equidade e universalização do serviço.

A partir do exposto, a pesquisadora destaca a importância dessa iniciativa em associação a outras, como aterro sanitário e logística reversa. No primeiro, a coleta seletiva auxilia na diminuição de resíduos recicláveis que são descartados nos aterros sanitários. No segundo, a iniciativa permite que os resíduos sejam passíveis de serem reutilizados no próprio processo produtivo.

Dessa forma, além das vantagens ambientais que a iniciativa promove, também é capaz de trazer vantagens econômicas, principalmente quando se tratando dos catadores de materiais recicláveis, que conseguem fazer dessa atividade, uma fonte de renda.

2.6 CONSÓRCIO PÚBLICO

O marco regulatório dos Consórcios Públicos no Brasil é a Lei Federal 11.107/2007, a qual dispõe sobre o sistema de Consórcios, demonstrando a crescente importância dessa iniciativa que, posteriormente em 2010, foi trazida com especial destaque na PNRS (BRASIL, 2007).

Os instrumentos legais que tratam do assunto, como a Constituição Federal e a PNRS, reportam à responsabilidade da prestação de serviço ao “*titular dos serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos*” (BRASIL, 2010). O consórcio é visto como um dos instrumentos para obtenção de eficiência e sustentabilidade econômica (RIBEIRO; RAZUK, 2014).

Um dos problemas da gestão de RSU é a falta de locais apropriados para dispor os resíduos sólidos em cidades densamente urbanizadas (JACOBI; BESEN, 2011). Entretanto, outros aspectos interferem negativamente no processo, como a ineficiência dos serviços, o descarte inadequado, o mau gerenciamento de resíduos perigosos e de serviços de saúde e a falta de planejamento e recursos (SILVA; IMBROSI; NOGUEIRA, 2017). Nascimento Neto e Moreira (2012) e IPEA (2012) afirmam que os consórcios públicos têm a oportunidade de minimizar estas adversidades.

A gestão em organizações privadas incorporou estas particularidades com a valorização de parâmetros ambientais (ALIGLERI, 2011) e, assim, os novos modelos de avaliação de processos favoreceram a produção sustentável e garantiram a competitividade no ramo da indústria e dos serviços (DIAS; ZAVAGLIA; CASSAR, 2003).

Dentre as diversas informações importantes para o setor de resíduos sólidos abordadas na referida lei, ela ainda incentiva a formação de consórcios públicos para a gestão regionalizada e integrada, para ampliar a capacidade de gestão e proporcionar a redução de custos ao compartilhar os serviços de coleta, tratamento e destinação de resíduos sólidos, segundo Jacobi e Besen (2011).

No cenário nacional, dentre os 5.570 municípios brasileiros, aproximadamente, 90% deles possui população menor que 50.000 habitantes (IBGE, 2015). No que tange à gestão de RSU, o estudo de Silveira e Philippi (2008) aponta que os

consórcios públicos atendem, particularmente, municípios com até 20.000 habitantes (FERREIRA; JUCÁ, 2017).

No Brasil, as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) poderiam servir de base para os consórcios públicos, no que diz respeito à sua organização e divisão.

A Pesquisa de Informações Básicas Municipais, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), contempla o tema meio ambiente e saúde em consórcios públicos, do qual se insere o saneamento. Neste documento, os municípios com menos de 50.000 mil habitantes foram citados como aqueles organizados em consórcios. Observou-se que dos 66,3% (3.691) municípios, 96,7% (3.571) deles são intermunicipais, com destaque para as macrorregiões sudeste, sul e centro-oeste, conforme IBGE (2015).

Entre as dificuldades de funcionamento dos consórcios públicos, destacam-se a falta de articulação política, a descontinuidade da gestão pública, a ausência de troca de experiências, a garantia de recurso financeiro para cumprir o plano de trabalho, a falta de participação da população durante e após o processo de implantação e, por fim, a divulgação insuficiente dos resultados obtidos pelo consorciamento, segundo estudos de Teixeira e Ventura (2018), Ventura, Teixeira e Kotsubo (2017), Ventura e Kussaba (2015).

A questão política se apresenta como uma ameaça ao funcionamento de consórcios, porque pode se tornar difusa ao longo do tempo, gerando dificuldades na coordenação regional das atividades, segundo Cruz *et al.* (2001) e Caldas (2003). Isto é, o planejamento torna-se específico e de curto prazo, baseado em acordos pontuais para maior visibilidade política e se tornam insustentáveis para cooperação intermunicipal, podendo limitar a ação dos consórcios públicos e até levá-los à extinção (MOISÉS, 2001).

Segundo Mantovani (2001), a participação da sociedade nos consórcios mantém seu funcionamento, contudo, a falta de capacitação de pessoal pode desmotivar a equipe gestora e inviabilizar a atuação dos consórcios como agente mobilizador na região.

Entre as vantagens promovidas pelos consórcios públicos, foram observados os seguintes aspectos: i) a redução de custos operacionais; ii) obtenção de ganhos na

compra/aluguel de equipamentos e materiais de consumo; iii) compartilhamento de recursos, equipamentos, pessoal e prestação de serviços; iv) articulação da cooperação local e regional; v) fortalecimento da implantação de ações conjuntas; vi) visão integrada entre planejamento ambiental e demandas de infraestrutura urbana; vii) fortalecimento do processo de descentralização com a gestão compartilhada e; viii) superação de conflitos políticos, segundo a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) (2017), Ferreira e Jucá (2017), Ventura, Teixeira e Kotsubo (2017), CEF (2011), Matos e Dias (2011) e, Cruz *et al.* (2001).

A aproximação dos consórcios com entidades da sociedade civil possibilita a formação de rede interinstitucional de cooperação para interesses coletivos, envolvendo diversos atores sociais (SILVEIRA; PHILIPPI, 2008).

De acordo com Ribeiro e Razuk (2014), os custos de serviços comuns sofrem significativa redução com o aumento da quantidade de municípios consorciados, o que está diretamente relacionado à densidade populacional e à geração diária de resíduos sólidos por habitante.

Os consórcios de resíduos sólidos consolidados em casos internacionais são gerenciados por empresas privadas, diferentemente do Brasil. Neste país, os municípios se organizam especialmente pelo fim dos lixões, mas também são induzidos por outras circunstâncias como a falta de recursos financeiros, exigências legais, a oportunidade de captação de recursos, a necessidade de compartilhamento de materiais ou equipamentos e a elaboração de planos integrados, segundo Teixeira e Ventura (2018) e Silva, Imbrosi e Nogueira (2017).

Com apoio da Funasa, Teixeira e Ventura (2018) identificaram, em meio digital, mais de 150 experiências no país, abrangendo, aproximadamente, 47 milhões de habitantes (Tabela 1). O setor de resíduos sólidos foi o que contemplou maior número populacional (31,5 milhões) e maior número de municípios consorciados (539), como ilustra a Tabela 1.

Tabela 1 – Organização de consórcios públicos por tipo/categoria (até dez/2017)

Tipo / categoria*	Número de Municípios	Habitantes
1 – Saneamento e outros	132	10.161.369
2 – Exclusivamente saneamento	211	5.351.217
3 – Somente resíduos sólidos	539	31.500.000
Total	882	47.012.686

*De acordo com a publicação de Teixeira e Ventura (2018), o termo “saneamento” segue a definição dada pela Política Nacional de Saneamento Básico e engloba os quatro eixos do saneamento (abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana, manejo de águas pluviais). A expressão “saneamento e outros” corresponde aos serviços de saneamento nestes eixos, além de outros temas agrupados por interesse do próprio consórcio (educação ambiental, sustentabilidade, iluminação pública, meio ambiente, turismo, reflorestamento, entre outros).

Fonte: Teixeira e Ventura (2018).

O número de consórcios públicos atuantes em resíduos sólidos (92) foi superior as demais categorias, o que representou 59% dos casos analisados pelos autores da referida pesquisa (Tabela 2).

Tabela 2 – Identificação de consórcios públicos por macrorregião (até dez/2017).

Macrorregião do Brasil	Área de atuação		
	Saneamento e outros	Exclusivamente saneamento	Somente resíduos sólidos
Sul	04	04	20
Sudeste	28	04	27
Centro-Oeste	08	08	NC*
Nordeste	NC*	02	44
Norte	06	NC*	01
Subtotal	46 (29,5%)	18 (11,5%)	92 (59%)
TOTAL	156 (100%)		

* Nada consta

Fonte: Teixeira e Ventura (2018).

Em outro estudo brasileiro, Silva, Imbrosi e Nogueira (2017) identificaram 77 consórcios de resíduos sólidos, sendo que o maior número de casos foi registrado no Nordeste (38) em relação as demais macrorregiões (25 no Sudeste, 11 no Sul, 2 no Centro-Oeste, 1 no Norte).

Falbo (2016) aponta que os resíduos sólidos gerados ultrapassam os limites territoriais dos municípios, o que conseqüentemente, resulta em uma ação conjunta entre os entes municipais, que por sua vez, pode ser viável por meio dos consórcios públicos intermunicipais, apesar das dificuldades que a legislação brasileira possui

para implementar a gestão integradas das Políticas de Saneamento e de Resíduos Sólidos.

Desde 2010, o setor de resíduos sólidos teve destaque no cenário nacional por conta da PNRS que traz, em seu texto, a gestão compartilhada de materiais e soluções consorciadas entre entes da federação. Diferentemente do Brasil, experiências internacionais sobre consórcios, encontradas em literatura, são, em sua maioria, de caráter privado. Alguns casos são apresentados a seguir.

Desde 1993, o consórcio italiano denominado *Conorzio Nazionale Imballaggi* (CONAI) foi constituído para valorizar a reciclagem de embalagens (CONAI, 2017).

Em outro caso, observou-se que os serviços de coleta, tratamento e descarte de resíduos sólidos foram privatizados em cidades do sudeste Asiático. Neste, os materiais foram destinados ao aterro sanitário, cujo local pertence ao poder público e é gerenciado por consórcio privado (NGOC; SCHNITZER, 2009).

Na Malásia, a falta de recursos financeiros e humanos resultou na privatização do setor de resíduos sólidos (SAKAWI, 2011) e na constituição de quatro consórcios, a partir de 1993 (PERIATHAMBY; HAMID; KHIDZIR, 2009).

Outro exemplo de consórcio privado é o *Southern Universities Waste Management Consortium* (SUWMC), que compreende a união de sete universidades do sul da Inglaterra, constituído para gerir os materiais destas Instituições (ZHANG *et al.*, 2011).

Ventura e Suquizaqui (2020) identificaram aspectos que interferem no funcionamento e consolidação dos consórcios intermunicipais de resíduos sólidos com o uso da matriz *SWOT* (*Strength, Weakness, Opportunities, Threats*) (Quadro 6), obtendo mais de 20 fatores associados ao tema. Com a ferramenta *5W2H*, detalharam as ações que podem minimizar os desafios internos e externos, tais como (VENTURA; SUQUISAQUI, 2020):

- Gestão de consórcio por equipe terceirizada e independente da gestão pública municipal;
- Proposição e planejamento de atividades com respectiva divulgação de resultados à sociedade;
- Organização e realização de discussão com a população atendida;
- Uso contínuo de ações socioambientais e;

- Implantação de canal de comunicação e divulgação de informações.

As autoras reforçam que a descontinuidade política e a falta de articulação intermunicipal dificultam a consolidação dos consórcios intermunicipais.

Quadro 6 – Matriz SWOT para funcionamento e consolidação de consórcio público intermunicipal de resíduos sólidos urbanos

Strengths - Pontos fortes internos (fortalezas)	Referências	Weaknesses - Pontos fracos internos (fraquezas)	Referências
1-Prioridade na obtenção de financiamento federal	Matos e Dias (2011)	7-Dificuldade de planejamento de atividades no curto prazo	Moisés (2001)
2-Planejamento integrado entre os municípios	Moisés (2001)		
3-Otimização do uso de áreas para a disposição dos resíduos sólidos urbanos	Moisés (2001)		
4-Redução de custos operacionais	Moisés (2001) Ribeiro e Razuk (2014) Ventura, Teixeira e Kotsubo (2017)	8-Falta de formalização entre direitos e deveres de cada ente consorciado	Silveira e Philippi (2008)
5-Fortalecimento político entre os entes federados e o aumento da interação entre estes	Ribeiro & Razuk (2014)	9-Desequilíbrio de poderes econômicos e institucionais dos municípios consorciados	Nascimento Neto e Moreira (2012)
6-Utização de aterros sanitários em escala otimizada	Ferreira e Jucá (2017)		
Opportunities - Pontos fortes externos (oportunidades)	Referências	Threats - Pontos fracos externos (ameaça)	Referências
10-Instrumento de controle social	Moisés (2001)	18-Possibilidade de interesses políticos difusos e distintos da vontade coletiva	Cruz (2001) e Caldas (2003)
11-Ganhos pelo aumento de escala de serviço	Moisés (2001) Ventura, Teixeira e Kotsubo (2017)	19-Falta de estabelecimento de programa de educação ambiental continuado	Mantovani (2001)
12-Minimização de riscos e impactos ambientais	Moisés (2001)	20-Ausência de mecanismos para garantir a participação popular	Nascimento Neto e Moreira (2012)
13-Favorecimento da adoção de tecnologias avançadas	Moisés (2001)	21-Fomento de consórcios intermunicipais que não partilham necessidades e anseios comuns, mas somente se estabelecem para captar os recursos federais disponíveis	Nascimento Neto e Moreira (2012)
14- Maior eficiência no uso de recursos públicos	Vaz (1994)		
15-Aumento da transparência de decisões públicas	Vaz (1994)		
16- Melhora na eficiência das funções públicas	Silveira e Philippi (2008)		
17-Alternativa de integração regional ascendente	Cruz (2001)		
17-Desenvolvimento de regiões carentes	Ribeiro & Razuk (2014)		

Fonte: Ventura e Suquizaqui (2020)

2.7 COMPOSTAGEM

Os resíduos orgânicos podem ser aproveitados por meio da compostagem, que possui a vantagem de ser um processo possível em qualquer escala, seja doméstica até industrial. Esses resíduos incluem aparas de madeiras, palha, folhas, restos de frutas, raízes, legumes, verduras, esterco de animais, restos de comida incluindo pão, ossos e cascas de ovos (MMA, 2017).

A compostagem se apresenta como o mais antigo e eficiente processo de reciclagem da matéria orgânica (BARREIRA, 2005) e tem sido muito utilizada em ações de educação ambiental associadas à jardinagem e agricultura urbana, como uma forma de sensibilizar as pessoas sobre o ciclo da matéria orgânica e o reaproveitamento dos resíduos (MMA, 2017).

A PNRS apresenta a compostagem como uma obrigação por parte dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, assim como apresenta a necessidade de articular formas de utilização do composto produzido para os municípios que possuem plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

No estado de São Paulo, a CETESB elaborou o Índice de Qualidade de Usinas de Compostagem (IQC). É importante observar que dentre os mais de 600 municípios que integram o estado, apenas 4 possuem usinas de compostagem (Andradina, Garça, Ribeirão Grande e São José do Rio Preto) em andamento (CETESB, 2019).

Lima e Silva (2013) apontam que, apesar do crescimento dos programas de coleta seletiva nos últimos anos no Brasil e o incentivo da reciclagem de materiais, pouco tem sido feito e discutido sobre os resíduos orgânicos presentes nos RSU coletados, o que é controverso, uma vez que cerca de 60% no volume de resíduos é de origem orgânica.

Para se conhecer as características dos resíduos, existe um parâmetro conhecido como composição gravimétrica, que representa o percentual de cada componente em relação ao peso total de uma amostra de resíduos. Dessa forma, quanto maior a quantidade de um componente na amostra, as características dos resíduos, no geral, serão mais semelhantes a esse componente (CARVALHO; JESUS; PORTELLA, 2013).

Em São Carlos, esta estimativa é de, aproximadamente, 38% para materiais orgânicos (KIM, 2019). A pesquisadora explica que a nova composição gravimétrica,

em relação ao ano de 2008, pode estar associado à mudança do padrão de consumo e, conseqüentemente, da geração de resíduos domiciliares.

De acordo com a ABNT NBR 10.007/2004, o quarteamento é o processo de divisão em quatro partes iguais de uma amostra pré-homogeneizada, sendo tomadas duas partes opostas entre si para formar uma nova amostra e descartar as partes restantes. As partes não descartadas são misturadas totalmente e o processo de quarteamento é repetido até que se obtenha o volume desejado.

Um dos maiores obstáculos para a implementação da compostagem é o elevado investimento na construção de centros de separação de resíduos, devido à falta ou ineficiência dos programas de coleta seletiva (LIMA; SILVA, 2013).

De acordo com o Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos do ano de 2018, apresentado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), existem cerca de 70 unidades de compostagem no Brasil (levantamento realizado com informações atualizadas dos municípios participantes), em que 4 estão na região nordeste, 1 na região norte, 50 na região sudeste, 12 na região sul e 3 na região centro-oeste (BRASIL, 2019).

Nascimento *et al.* (2015) afirmam ainda que os maiores desafios da reciclagem e da compostagem estão principalmente relacionados aos materiais com baixa relevância econômica para reciclagem e à baixa atratividade para tratamento da matéria orgânica, mesmo essa compondo a maior parte dos RSU gerados no Brasil.

A compostagem é um dos elementos para gestão integrada dos resíduos sólidos, que pode ser proveniente de resíduos urbanos em geral ou de limpeza urbana, como folhas e resíduos de jardim. Essa prática resulta numa redução de volume de até 50% e consome cerca de 50% da massa orgânica, liberando principalmente CO₂ e água (TCHONANOUGLOS; KEIRTH, 2002).

Os autores afirmam que se estes materiais não forem recolhidos adequadamente, os impactos podem ser significativos, como a contaminação das águas superficiais pelo acúmulo de resíduos orgânicos ou resíduos provenientes da agricultura (pesticidas e fertilizantes), infiltração e percolação de efluentes em solos arenosos, entre outros.

As usinas de compostagem têm como principais objetivos a separação dos materiais recicláveis do lixo proveniente da coleta (principalmente da coleta seletiva),

e a compostagem da matéria orgânica. Collares *et al.* (2010) afirmam que, sem um eficiente programa de coleta seletiva, a usina em pouco tempo é levada ao fracasso, em que os principais fatores relacionados são questões operacionais, aspectos econômicos e legais e interesse político dos governantes.

É importante ressaltar que, no Brasil, grande parte dos municípios não efetua aproveitamento da fração orgânica dos resíduos. Com isto, o tempo de vida útil dos aterros sanitários torna-se menor do que o projetado, quando estes materiais são depositados. Assim, a compostagem é uma das alternativas para países agrícolas, como o Brasil, e a compostagem domiciliar pode ser fonte de energia para aproveitamento de nutrientes em pequena escala (Guidoni *et al.*, 2013).

No estudo conduzido por Guidoni *et al.* (2013), o problema relacionado aos odores gerados pelos gases nos processos de decomposição, foram minimizados com a utilização de casa de arroz misturado ao material a ser compostado.

O uso do produto final da compostagem na agricultura como condicionador do solo é o exemplo claro da sustentabilidade do sistema, uma vez que retorna ao solo os nutrientes retirados nas colheitas e utilizados pelo homem como alimento (BARREIRA, 2005).

Os principais fatores que influenciam na compostagem, segundo Modesto Filho (1999); Collares *et al.* (2010) são: i) aeração; ii) temperatura; iii) umidade; iv) pH; v) tamanho das partículas e; vi) microorganismos.

De acordo com Massukado (2008), quando se trata da compostagem, é possível se traçar cenários para conhecer a viabilidade econômica de se implantar ou não a iniciativa no município, contudo, outros cenários podem ser elaborados também, considerando as variáveis ambientais, culturais e sociais que comumente influenciam na implantação de uma usina de compostagem.

É nesse sentido que a compostagem se apresenta como uma alternativa importante para o tratamento dos resíduos sólidos urbanos, uma vez que vai colaborar com a diminuição da quantidade de resíduos encaminhada aos aterros sanitários, colaborando também com a redução da carga orgânica no lixiviado gerado e também na redução da emissão de gases do efeito estufa (GOMES *et al.*, 2015).

Uma elevada porcentagem dos resíduos domiciliares é composta por matéria orgânica e, por esse motivo, a compostagem se apresenta como uma alternativa para

minimizar a parcela de material encaminhada ao aterro sanitário. Conseqüentemente, produz-se um material com características semelhantes a de fertilizante orgânico que poderá servir como fonte alternativa de renda para os cooperados (GOMES *et al.*, 2015).

Algumas das principais vantagens ambientais da compostagem, segundo Massukado (2008) são o aumento da vida útil do aterro sanitário, redução do gás metano e lixiviados e ainda, indiretamente, pode-se ter como benefício a redução nos custos de implantação e operação de sistemas para o tratamento do chorume.

A autora afirma que essas vantagens terão sucesso com esforços concentrados na operação do composto, analisando parâmetros como temperatura, nível de oxigênio, quantidade e qualidade do material compostável, relação Carbono/Nitrogênio, pH e disponibilidade de nutrientes.

Tendo em vista as informações apresentadas, a pesquisadora enfatiza a importância da compostagem nos municípios brasileiros, principalmente porque elevada quantidade dos RSU é constituída por materiais orgânicos com potencial energético a ser valorizado e aplicado.

2.8 LOGÍSTICA REVERSA

Desde o fenômeno da industrialização, o modelo de produção predominante é conhecido como linear, constituído pela extração da matéria-prima, seguido da produção de um bem, do consumo do bem produzido e por fim, seu descarte, caracterizando esse sistema como grande gerador de resíduos, rejeitos e dissipação de energia ao longo do processo produtivo (FOSTER; ROBERTO; IGARIA, 2016).

Os autores complementam que o aumento da produção e do consumo, causam um aumento na extração dos recursos naturais e na geração de resíduos, não só provenientes do processo produtivo, mas também do pós-consumo.

Portanto, a preocupação com a utilização desenfreada dos recursos naturais, aumenta a responsabilidade relacionada à logística, no que se refere a organização dos fluxos com menores custos econômicos, sociais e ambientais (SANTOS, 2013).

A logística reversa surge como um dos instrumentos estabelecidos pela PNRS, tratada no artigo 33, onde aponta que os fabricantes, importadores,

distribuidores e comerciantes, são obrigados a estruturar e implementar a iniciativa quando se tratar de: i) agrotóxicos e seus resíduos de embalagem; ii) pilhas e baterias; iii) pneus; iv) óleos lubrificantes, seus rótulos e embalagens; v) lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio de luz mista e; vi) produtos eletroeletrônicos e seus componentes (BRASIL, 2010).

Ainda sobre a logística reversa nas legislações, a Resolução SMA nº 45 de 23 de junho de 2015, do Estado de São Paulo, define as diretrizes para implementação e operacionalização da responsabilidade pós consumo no Estado de São Paulo, por meio da logística reversa de produtos que geram significativo impacto ambiental e à saúde pública no pós consumo. Nessa resolução, são acrescentados alguns resíduos que a PNRS não abrange, como medicamentos, óleo comestível, entre outros (SMA, 2015).

No Estado de São Paulo, os resíduos sólidos que geram significativo impacto ambiental foram definidos pela resolução SMA nº 38 em 2 de agosto de 2011, antes mesmo da resolução nº 45 ser estabelecida (SMA, 2011).

A PNRS ainda afirma que a iniciativa poderá ser realizada por meio de acordos setoriais ou por termos de compromisso. Os acordos setoriais, segundo a referida lei, são um ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto (BRASIL, 2010).

Para isso, é importante que seja definido o conceito de responsabilidade compartilhada, uma vez que esse conceito está intimamente relacionado à iniciativa de logística reversa.

Segunda a PNRS, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos é um conjunto de atribuições dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, com o intuito de minimizar o volume dos rejeitos e resíduos sólidos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos.

Como observa Santos (2015), existe uma relação intrínseca entre o setor empresarial e o consumidor, onde ambos são dependentes, uma vez que o consumidor deve se informar sobre as formas corretas de dispor o produto pós

consumo e os locais de coleta dos mesmos, da mesma forma que o fabricante, consumidor, distribuidor, importador ou comerciante responsável pela correta destinação ou disposição final do resíduo, precisa que os consumidores retornem esses materiais aos locais determinados.

Segundo Valle e Souza (2014), a logística reversa abrange certa complexidade e diversas funções como produção, marketing, recursos humanos, desenvolvimento de produtos, análise financeira, contratos, parcerias, entre outros. Portanto, isto supera as questões unicamente relacionadas à iniciativa.

Além disso, ela está associada ao conceito de Economia Circular, a qual nasce na década de 70 e diversifica a visão do modelo conhecido como Economia Linear, constituído pela extração, transformação, consumo e descarte dos produtos, comumente utilizado pelas empresas. O novo modelo traz que todos os tipos de materiais são feitos para circular de forma eficiente e ainda, serem recolocados na produção (AZEVEDO, 2015). Portanto, a Economia Circular se divide no grupo de materiais biológicos, com reinserção na natureza, e os técnicos, que exigem investimentos para serem desmontados e recuperado.

A economia circular, de acordo com Foster, Roberto e Igari (2016), é a reinserção dos materiais no ciclo produtivo, objetivando a minimização da deposição no ambiente e dessa forma, evitando a geração de impactos ambientais negativos.

Dentre as práticas conhecidas para viabilizar a economia circular está a logística reversa (GARCIA; KISSIMOTO, 2017). Nascimento e Lima (2018) explicam que seu principal objetivo é devolver o rejeito à fonte de sua produção ou à cadeia de comercialização, para que ele possa ser reutilizado.

Essa iniciativa é a chave para enfrentar o fenômeno conhecido como obsolescência programada, conceito para abordar a vida curta de um bem ou produto, que geralmente é projetado para funcionar por um curto período de tempo. Esse conceito faz parte da lógica do descarte, onde os produtos são substituídos frequentemente uma vez que param de funcionar ou apresentam problemas (MOTA, 2014).

Dessa forma, ela se apresenta como uma das soluções para diminuir a quantidade de resíduos gerados em consequência desse novo padrão de consumo atrelado à obsolescência programada, uma vez que retorna esses resíduos ao

processo produtivo (ANDRADE; LIMA, 2018).

No contexto internacional, Miranda *et al.* (2018) afirmam que, países como Estados Unidos e Japão, foram os primeiros do mundo a utilizar a reciclagem. Entretanto, em alguns países a logística reversa ainda não se estabeleceu de forma efetiva, como ocorre com a Rússia, que segundo os autores, pode ter seus sistemas melhorados quando à questão da responsabilidade compartilhada passar a ser inserida nas questões de gestão dos resíduos sólidos.

No Brasil, de acordo com Valle e Souza (2014), antes mesmo da implementação da PNRS, alguns setores do comércio e da indústria já utilizavam a logística reversa em suas atividades (como a de pneus inservíveis, embalagens de agrotóxicos, óleo lubrificante usado ou contaminado, pilhas e baterias (MMA, s/d).

Os autores explicam que vantagem em recuperar produtos ou componentes era muito maior do que buscar matéria-prima virgem e, dessa forma, eles desenvolveram um sistema próprio para cadastramento, comunicação, recolhimento, desmontagem e reciclagem de produtos após considerado o fim de sua vida útil pelo consumidor.

Essa prática envolve a responsabilidade pós consumo, que representa a aplicação do princípio poluidor-pagador, presente na PNRS e ainda, se apresenta como um dos mecanismos dessa Lei para auxiliar no cumprimento de um de seus objetivos que é a não geração de resíduos, de forma a impedir a produção acelerada (NASCIMENTO; LIMA, 2018).

A logística reversa foi estabelecida como um dos instrumentos para implementação do princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, de forma a viabilizar ações para coleta e retorno dos produtos e resíduos às empresas, para que seja aproveitado em seu ciclo ou em outros, ou ainda, para que receba destinação final ambientalmente adequada, com o intuito de diminuir o envio de materiais para a disposição final, segundo ABRELPE (2017).

Além disso, o sistema de logística reversa poderá ser estendido a produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas e vidros, ou demais produtos de embalagens, de acordo com o grau do impacto à saúde pública e ao meio ambiente originados por esses resíduos e levando-se em consideração a viabilidade técnica e econômica (BRASIL, 2010).

O mesmo decreto que regulamentou a PNRS (nº 7.404/2010) também criou o Comitê Orientador para a Implantação de Sistemas de Logística Reversa (CORI), presidido pela Ministério do Meio Ambiente (MMA) e formado pelos Ministério de Desenvolvimento Industrial e Comercio Exterior (MDIC), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Ministério da Fazenda (M) e Ministério da Saúde (MS).

O CORI recebe apoio do Grupo Técnico de Assessoramento (GTA), o qual é formado por técnicos dos cinco ministérios e possui a função de apoiar o CORI na implantação de sistemas de logística reversa. Seus esforços estão principalmente centrados na elaboração de acordos setoriais com a finalidade de se implementar a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos (MMA, s/d).

Além disso, foram criados também os Grupo de Trabalho Temático (GTT), que tem como objetivo a elaboração de uma minuta de edital de chamamento para a realização de acordos setoriais e coleta de subsídios para realizar estudos de viabilidade técnica e econômica para a implantação de sistemas de logística reversa (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2019).

Posteriormente à aprovação da viabilidade do sistema de determinada cadeia pelo CORI, o edital de chamamento das propostas para o acordo setorial é o ato público necessário para que seja iniciado o trabalho de elaboração dos acordos. Os grupos temáticos são: embalagens plásticas de óleo lubrificantes, lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio de luz mista, produtos eletroeletrônicos e seus componentes, embalagens em geral e resíduos de medicamentos e suas embalagens (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2019).

Dessa forma, alguns acordos setoriais já foram estabelecidos no Brasil, como o de embalagens plásticas de óleos lubrificantes (2012), lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio de luz mista (2014), embalagens em geral (2015) e embalagem de aço (2018).

Os produtos eletroeletrônicos e seus componentes tiveram dez propostas de acordo setorial recebidas em 2013 e atualmente se encontra na fase de consulta pública. Para o acordo setorial de medicamentos, atualmente está sendo realizada a análise das contribuições recebidas na consulta pública e posteriormente será elaborada a minuta final do decreto (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO

REGIONAL, 2019).

Para Oliveira Neto *et al.* (2018), é importante o desenvolvimento de políticas públicas relacionadas às vantagens da adoção da logística reversa, por meio da educação ambiental e sensibilização dos acionistas.

Fernandes *et al.* (2018) apontam que, nos últimos tempos, as práticas de logística reversa passaram a ter maior importância, contudo são poucos os trabalhos acadêmicos que abordam essa temática, principalmente quando se trata da mensuração do desempenho dessa iniciativa.

Para Besen *et al.* (2016), a logística reversa é um instrumento de desenvolvimento econômico e social formado por um conjunto de ações, procedimentos e meios que irão possibilitar a coleta e restituição dos resíduos sólidos no setor empresarial, de forma a reaproveitar em seu ciclo, em outros ciclos produtivos, ou em outra disposição final ambientalmente adequada.

Dessa forma, Bonjardim, Pereira e Guardabassio (2018) trazem que, os resíduos pós consumo não podem ser descartados e sim, devem voltar para a cadeia produtiva por meio da logística reversa, uma iniciativa que se apresenta como alternativa para amenizar a questão do consumo de descartáveis.

Para isso, uma vez que para que haja consumo é necessária a presença e relação de fornecedor e consumidor, também deve-se existir a participação de ambas as partes para que se evite ou repare os danos ambientais derivados do consumo (SANTOS, 2015).

É nesse sentido que a pesquisadora destaca a necessidade de contato entre logística reversa e outras iniciativas e atividades, como com a coleta seletiva, acordos setoriais, diálogo com a população, entre outros. É importante ressaltar que essa iniciativa, assim como a reciclagem, necessita da participação da população na separação e descarte correto dos RSU e a disponibilidade de informações pelas administrações públicas, é imprescindível para o sucesso dessa iniciativa.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia desta pesquisa consistiu na abordagem do tipo descritiva e exploratória. A abordagem descritiva se baseia na pesquisa documental e bibliográfica como principais meios de obtenção de informações (BARROS; LEHFELD, 2007), bem como emprega o cenário dos municípios de Araraquara e de São Carlos, tornando-se, assim, exploratória.

A pesquisa documental se baseia na consulta de documentos organizados por outros autores, cujas informações estão impressas ou em arquivos digitais, tais como documentos públicos (municipais, estaduais ou nacionais), estudos científicos sobre os temas da pesquisa disponibilizados em livros, periódicos, teses, dissertações e outros da mesma natureza (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Para a pesquisa bibliográfica, os mesmos autores trazem que seu objetivo é permitir que os pesquisadores estejam em contato com material técnico que foi publicado sobre determinado assunto. Esses materiais podem ser livros, dissertações, teses, artigos em periódicos, vídeos técnico-científicos, entre outros (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Barros e Lehfeld (2007) afirmam que esse tipo de pesquisa pode gerar trabalhos inéditos, quando se pretende rever, interpretar, apontar considerações teóricas e ainda, possibilita elaborar proposições de compreensão de fenômenos das mais diversas áreas do conhecimento.

A pesquisa exploratória tem como objetivo desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias por meio da formulação de problemas ou hipóteses que poderão ser pesquisadas em estudos futuros (GIL, 1999).

A abordagem da pesquisa é do tipo quali-quantitativa, a qual busca explicar o motivo das questões, sem quantificar valores, pois os dados analisados são não-métricos. Esse tipo de pesquisa se preocupa com aspectos da realidade que não podem ser quantificados (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Os autores afirmam que algumas das características da pesquisa qualitativa são: i) apresentar o objetivo do fenômeno; ii) hierarquizar as ações de descrever, compreender e explicar as relações entre o global e o local em determinado fenômeno; iii) observar as diferenças entre o mundo social e o mundo natural; iv)

respeitar o caráter interativo entre os objetivos buscados pelos investigadores; v) propor modelos adaptados à realidade observada; entre outros (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

As pesquisas quantitativas buscam validar suas hipóteses, a partir da utilização de dados estruturados e estatísticos, de forma a quantificá-los (MATTAR, 2001). Fonseca (2002) afirma que esse tipo de pesquisa foca na objetividade para considerar que a realidade só pode ser compreendida por meio da análise de dados brutos. Esse tipo de pesquisa é representado pela linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, entre outros.

Neste sentido, o uso conjunto da pesquisa qualitativa e quantitativa possibilita organizar mais informações do que se conseguiria realizando as pesquisas isoladamente (FONSECA, 2002), uma vez que os elementos fortes de um complementam as fraquezas do outro, o que é fundamental para o desenvolvimento da ciência (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

A partir disso, a pesquisa se dividiu em cinco etapas, como está ilustrado no Quadro 7 e detalhado nos próximos tópicos.

Quadro 7 – Etapas metodológicas da pesquisa

Etapa	Atividade
1	Levantamento bibliográfico: revisão bibliográfica sistemática e levantamento documental
2	Seleção de indicadores
3	Avaliação de indicadores por meio de especialistas: Matriz <i>AHP</i> e análise de consistência dos dados
4	Elaboração da Ferramenta SAGReS
5	Aplicação da ferramenta SAGReS nos Municípios de Araraquara e São Carlos

Fonte: autora

3.1 ETAPA 1 – LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Para efetuar a busca de informações, a presente pesquisa realizou o levantamento bibliográfico de duas formas: levantamento documental e revisão bibliográfica sistemática (RBS).

O levantamento documental foi realizado por meio da busca de relatórios, inventários, legislações, teses, dissertações, entre outros documentos, em órgãos

públicos, empresas, secretarias de governo, entre outros. Essa etapa foi imprescindível para conhecimento de aspectos relacionados aos temas da pesquisa, assim como foi importante para a identificação e definição de novos indicadores para cada iniciativa.

Em contrapartida, a RBS, que possui um caráter narrativo e é baseada na aplicação de métodos científicos, permite ao pesquisador uma avaliação rigorosa e confiável das pesquisas realizadas em um tema específico (BERETON *et al.*, 2007).

A RBS é um instrumento capaz de mapear trabalhos publicados em um dado tema de pesquisa, de forma que o pesquisador seja capaz de elaborar uma síntese das informações existentes sobre o assunto (BIOLCHINI *et al.*, 2007).

Segundo Conforto, Amaral e Silva (2011), ela pretende alcançar maior qualidade nas buscas e nos resultados da revisão bibliográfica, e para isso, é necessário um conjunto de passos, técnicas e ferramentas específicas.

Os procedimentos sistemáticos realizados na RBS podem fornecer resultados e conclusões mais confiáveis e, apesar de consumir bastante tempo e recurso, é mais vantajoso do que iniciar um novo estudo em uma área que já possui resultados publicados, mas que ainda não foram explorados (MULROW, 1994).

Com o objetivo de pesquisar e selecionar documentos com base científica, no presente trabalho a RBS buscou artigos que abordassem os temas de gestão de resíduos sólidos urbanos, PNRS, aterro sanitário, coleta seletiva, compostagem, consórcio público, logística reversa e indicadores.

O protocolo utilizado foi baseado no trabalho de Ospina (2018), que utilizou outros autores como Biolchini *et al.* (2005); Conforto; Amaral; Silva (2011); Kitchenham; Charters (2007); Levy; Ellis (2006).

De acordo com Levy e Ellis (2006), a RBS pode ser realizada a partir de três fases principais: Entrada, Processamento e Saída.

Na fase “entrada”, se encontram as informações preliminares que são processadas, por exemplo: artigos clássicos na área de estudo, livros-texto que compilam conhecimentos na área e artigos de referência indicados por especialistas. Também inclui o plano de como será conduzida a RBS, ou seja, seu protocolo.

O protocolo é um documento que descreve o processo, as técnicas e ferramentas que serão utilizadas durante a fase 2 (processamento), que por fim irá

resultar nas “saídas”, a partir de relatórios, síntese dos resultados, entre outros.

As bases de dados selecionadas para a presente RBS foram *Scopus*, *Web of Science* e *Compendex*, bases essas encontradas no sistema da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e classificadas como as principais da área de Engenharia Civil.

Com as bases selecionadas, a fase seguinte foi a definição das *strings* utilizadas na pesquisa. É importante destacar que a escolha das *strings* foi baseada em tentativas, uma vez que, segundo Conforto, Amaral e Silva (2011), sua construção é um processo de definição, teste e adaptação, pois é necessário testar a combinação das palavras e termos juntamente com os operadores lógicos da busca. Além disso, todas as *strings* foram definidas em inglês para que um número maior de artigos pudesse ser encontrado.

As *strings* utilizadas na RBS estão apresentadas no Quadro 8.

Quadro 8 – Strings definidas para a RBS

Tema	Scopus	Web of Science	Compendex
Gestão de resíduos sólidos urbanos	"solid waste management"	"solid waste management"	"solid waste management"
	"urban solid waste management"	"urban solid waste management"	"urban solid waste management"
	"urban solid waste management" AND Brazil	"urban solid waste management" AND Brazil	"urban solid waste management" AND Brazil
Política Nacional de Resíduos Sólidos	"National Solid Waste Policy" AND Brazil	"National Solid Waste Policy" AND Brazil	"National Solid Waste Policy" AND Brazil
Aterro Sanitário	"sanitary landfill" AND indicator*	"sanitary landfill" AND indicator*	"sanitary landfill" AND indicator*
	"sanitary landfill" AND "urban solid waste management"	"sanitary landfill" AND "urban solid waste management"	"sanitary landfill" AND "solid waste management"
Coleta Seletiva	"Selective collection" AND indicator*	"Selective collection" AND indicator*	"Selective collection" AND indicator*
	"Selective collection" AND "urban solid waste management"	"Selective collection" AND "urban solid waste management"	"Selective collection" AND "solid waste management"
Compostagem	"waste composting" AND indicator*	"waste composting" AND indicator*	"waste composting" AND indicator*
	"waste composting" AND "urban solid waste management"	"waste composting" AND "solid waste management"	"waste composting" AND "solid waste management"
Consórcio público	"public consorti*" AND indicator*	"public consorti*" AND indicator*	"public consortia" AND indicator*
	public consorti* AND "solid waste"	public consorti* AND "solid waste"	"public consortia" AND "waste"
	"intermunicipal consortia" AND "solid waste"	"intermunicipal consorti*" AND "solid waste"	"Intermunicipal consorti*" AND "solid waste"
	"intermunicipal cooperation" AND "solid waste"	intermunicipal cooperation" AND "solid waste"	intermunicipal cooperation" AND "solid waste"
Logística Reversa	"reverse logistic*" AND waste AND indicator*	"reverse logistic*" AND waste AND indicator*	"reverse logistic*" AND waste AND indicator
	"reverse logistic*" AND "solid waste management"	"reverse logistic*" AND "waste management"	"reverse logistic*" AND "waste management"

* : o asterisco como operador lógico permite o banco de dados buscar o termo tanto no singular quanto no plural.

Fonte: autora

Para dar continuidade aos procedimentos da RBS, foi estabelecido um recorte temporal para a seleção dos artigos. Dessa forma, foi definido que seriam selecionados apenas aqueles com data a partir do ano 2000. Essa escolha se deu por dois motivos: primeiro porque os artigos publicados antes dessa data se

caracterizam muito antigos, visto que em sua maioria, foram publicados há mais de 20 anos; segundo que, para fins de comparação, os artigos publicados no início da década de 2000, trazem informações que, em relação aos artigos publicados recentemente, podem gerar comparações ricas e sugestões de melhorias futuras.

Posteriormente, foi realizada a leitura dos resumos dos artigos encontrados dentro do recorte temporal, com a finalidade de investigar se tais trabalhos poderiam ser relevantes para a presente pesquisa. Para ser relevante, o artigo precisava abordar: i) discussões com o tema pesquisado; ii) indicadores com o tema ou; iii) ambos.

Finalizada essa primeira leitura dos resumos, os artigos classificados como não relevantes foram descartados da pesquisa para que pudesse ser realizada uma leitura completa dos artigos relevantes, sendo possível assim, identificar indicadores e informações gerais para cada tema, que puderam ser utilizadas nas próximas etapas da pesquisa.

3.2 ETAPA 2 – SELEÇÃO DE INDICADORES

A segunda etapa da pesquisa foi a identificação dos indicadores utilizados na elaboração da ferramenta SAGReS – Sistema de Avaliação da Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos -, desenvolvida em planilha eletrônica.

De acordo com Ventura (2009), os “indicadores são agrupados conforme sua aplicação, finalidade de uso e forma de análise (medição, interpretação e avaliação)”. A pesquisadora ressalta que os indicadores (qualitativos ou quantitativos) atuam como instrumentos de “apoio à decisão”, porque: i) permitem mensurar processos, procedimentos ou serviços; ii) aproximam o problema da solução e; iii) possibilitam adaptar as informações desejadas ao gestor.

Os indicadores são cruciais para auxiliar na definição de metas, revisões de desempenho e comunicação entre os formuladores de políticas (ASLI, 2013). São utilizados para monitorar o desempenho atual de uma situação, avaliando melhorias ou problemas ao longo do tempo, por meio de critérios ou metas definidas (JOSS; TOMOZEIU; COWLEY, 2012).

Além disso, Pereira, Curi e Curi (2018a) afirmam que os indicadores são

importantes instrumentos para que os gestores públicos e a população possam avaliar e monitorar a sustentabilidade da gestão dos resíduos sólidos. É tratado no artigo 19 da PNRS como conteúdo mínimo dos planos municipais de gestão integrada justamente por se tratar de um mecanismo para a análise de desempenho operacional e ambiental dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos urbanos.

Trabalhos como de Milanez (2002), Polaz e Teixeira (2009) e Besen *et al.* (2016) forneceram subsídios a indicadores possíveis de serem inseridos na referida ferramenta.

Nessa etapa, a seleção dos indicadores foi realizada, para cada uma das cinco iniciativas estudadas, de duas formas: i) seleção de indicadores já existentes por meio de critérios de seleção e; ii) definição de novos indicadores.

3.2.1. SELEÇÃO DE INDICADORES POR MEIO DE CRITÉRIOS

A partir do levantamento bibliográfico (documental e RBS), foi possível identificar indicadores já existentes para algumas das iniciativas estudadas, os quais foram selecionados levando em consideração alguns critérios.

Sobre a confiabilidade dos indicadores a qualquer sistema de avaliação, alguns aspectos devem ser avaliados, tais como custo de operacionalização, clareza das informações, compreensão do indicador e seu grau de importância (VENTURA, 2009).

Para isso, quatro critérios foram utilizados na seleção: ser de fácil entendimento; ser útil; ser mensurável e; ser viável (SUQUISAQUI; HANAI, 2017).

O Quadro 9 ilustra a definição dos critérios de seleção dos indicadores.

Quadro 9 – Critérios utilizados para seleção dos indicadores

Critérios	Definição	Referência
Ser de fácil entendimento	Deve ser simples e claro, seu significado deve ser de fácil compreensão, também por não especialistas.	Zhang e Guindon (2006); Ventura (2009); Suquizaqui; Hanai (2017)
Ser útil	Deve ser útil e pertinente do ponto de vista da pesquisa e do objetivo pelo qual ele será utilizado.	Ventura (2009); Suquizaqui; Hanai (2017)
Ser mensurável	Deve ser possível de ser comparado em diferentes situações e passível de ser aplicado.	Keirstead e Leach (2007); Ventura (2009); Suquizaqui; Hanai (2017)
Ser viável	Disponibilidade de conjunto de dados relevantes para quantificá-los.	Zhang e Guindon (2006); Ventura (2009)

Fonte: Zhang e Guindon (2006); Keirstead e Leach (2007); Ventura (2009); Suquizaqui; Hanai (2017)

3.2.2. DEFINIÇÃO DE NOVOS INDICADORES

Em razão da pouca ou nenhuma quantidade de indicadores identificados para certas iniciativas, foi necessário definir novos indicadores.

Para isso, foi de extrema importância a etapa de Levantamento bibliográfico, em que, por meio da revisão bibliográfica sistemática e do levantamento documental, foram identificados diversos aspectos importantes das iniciativas estudadas. Esses aspectos foram selecionados e estudados para posteriormente, serem transformados em novos indicadores.

Dessa forma, foi realizada uma reunião presencial com a orientadora da presente pesquisa juntamente com a aluna. Uma vez que os aspectos mais relevantes para cada uma das iniciativas já haviam sido selecionados, na ocasião da reunião foram discutidos e criados novos indicadores, levando em consideração os critérios definidos anteriormente (Quadro 9).

Nesse momento, buscou-se utilizar e definir 10 indicadores de caráter qualitativo, para cada uma das 5 iniciativas.

3.3 ETAPA 3 – AVALIAÇÃO DOS INDICADORES POR ESPECIALISTAS

Para proporcionar maior confiabilidade à pesquisa, os 50 indicadores selecionados para as 5 iniciativas foram submetidos à avaliação de especialistas da área para que fosse possível hierarquizar aqueles com maior importância.

Portanto, para realizar a consulta aos especialistas, foi necessário submeter o presente projeto de pesquisa, assim como outros documentos – apresentados nos apêndices I (carta explicativa), II (TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido) e III (modelo em branco da planilha eletrônica) – ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

O projeto de pesquisa envolvendo os especialistas foi aprovado pelo CEP por meio do CAAE de número 14680019.2.0000.5504.

Foram selecionados 12 especialistas da área de resíduos sólidos para realizar as avaliações, cujo perfil abrangeu consultores, docentes, profissionais liberais, prestadores de serviço e gestor do serviço público. As avaliações ocorreram de forma individual para cada especialista.

A metodologia realizada para avaliação dos indicadores foi dividida em duas partes: a primeira se concentrou na avaliação dos indicadores por especialistas a partir do método conhecido como *Analytic Hierarchy Process (AHP)*; a segunda foi referente à análise de consistência das respostas dos especialistas, por meio do método de Saaty (1977). Essas duas etapas estão explicadas a seguir.

3.3.1 MÉTODO ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (*AHP*)

Para realizar a análise e hierarquização de importância desses indicadores, foi selecionado o Método *Analytic Hierarchy Process (AHP)* que realiza comparações em pares e se propõe a responder duas perguntas (LEITE; FREITAS, 2012):

- Quais são os critérios de maior importância?
- Qual a proporção dessa importância?

Essa metodologia foi desenvolvida por Thomas Lorie Saaty, na década de 1970 e consiste em decompor um problema em diversos fatores por meio da construção de uma hierarquia, de forma que o decisor consiga definir prioridades entre as alternativas, comparando-as em pares, baseado na escala numérica de Saaty (VENTURA, 2009; RIVAS, 2016).

Primeiro, é necessário realizar os julgamentos relativos à cada um dos fatores, por meio de comparações paritárias, formando assim uma matriz genérica em que os valores atribuídos para cada comparação são provenientes da proposição de Saaty

(ZATTA *et al.*, 2019).

A Escala Fundamental de Saaty (1977) define e explica os valores de 1 a 9 atribuídos para as decisões em comparação por pares de elementos. Entretanto, existem adaptações dessa escala, e afim de facilitar os julgamentos dos especialistas, para essa pesquisa a escala utilizada foi de 1 a 7, como ilustra o Quadro 10. As explicações da escala foram adaptadas dos trabalhos de Saaty (1977), Ventura (2009) e Zatta *et al.* (2019).

Quadro 10 - Escala adaptada no presente estudo

Valor	Definição	Explicação
1	Importância igual	Dois indicadores contribuem igualmente para o objetivo
3	Moderada importância	Experiência e julgamento levemente a favor de um indicador sobre o outro
5	Forte importância	Experiência e julgamento fortemente a favor de um indicador sobre o outro
7	Importância demonstrada	Um indicador é fortemente favorecido e sua dominância é demonstrada na prática.

Fonte: Adaptado de Saaty (1977); Ventura (2009).

Isso significa que, a diagonal principal da matriz é sempre formada pelo número 1, uma vez que a comparação de um fator com ele mesmo tem importância igual. Dessa forma, tal diagonal irá funcionar como um espelho, isto é, se o valor atribuído ao indicador A em relação ao indicador B é X, então o valor de B para A é o inverso (1/X).

A matriz de julgamento de *AHP*, quando preenchida, é definida por Saaty (1977) da seguinte forma (Figura 1):

Figura 1 - Matriz de julgamento *AHP*

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Fonte: Saaty (1977)

Finalizado seu preenchimento, a matriz teve seus valores normalizados, por meio do somatório dos elementos de cada coluna das matrizes de julgamento e, posterior divisão de cada elemento da coluna pelo valor do somatório. Com a matriz normalizada, foi realizado o cálculo das médias de cada uma das linhas da matriz e finalmente, esses valores foram postos em ordem crescente para se definir a prioridade global das comparações (ZATTA *et al.*, 2019).

Para a presente pesquisa, os resultados de cada iniciativa foram agrupados em uma única matriz, de modo que cada célula teve como resultado a média aritmética dos pesos atribuídos por cada participante. Assim, foi calculada a média por linha, cujo resultado final representou a posição ocupada pelo indicador e, conseqüentemente, sua classificação final. Entretanto, essa etapa só pôde acontecer para as avaliações com classificação consistente, como explicado a seguir.

3.3.2 ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA DE SAATY

A aplicação do método *AHP* tem como desvantagem a possibilidade de inconsistência nos pesos atribuídos pelo avaliador, como afirma Ventura (2009), e dessa forma, os resultados devem ser verificados para garantir que as respostas sejam coerentes.

De acordo com Saaty (1977), melhorar a consistência não significa obter uma resposta mais próxima da realidade, mas sim, que a relação estimada na matriz está mais próxima de ser logicamente relacionada do que ser escolhida aleatoriamente.

Saaty (1977) ainda afirma que, quando o Índice de Consistência mostra que as perturbações de consistência são grandes e, dessa forma, o resultado não é confiável, as referidas informações não podem ser usadas como uma resposta confiável.

Para verificar se as respostas dos especialistas foram consistentes, foram seguidos os passos a seguir, segundo Saaty (1977). A Tabela 3 exemplifica os cálculos descritos abaixo:

- 1) Utilizou-se a matriz *AHP* padronizada dos especialistas, como foi explicado no item 3.3.1;
- 2) A partir da matriz padronizada, foi calculada a média das linhas, resultando

no vetor média das linhas;

- 3) Posteriormente, foi calculada a soma de produto do vetor média pelo elemento, por linha, da matriz original (sem ser a padronizada), gerando assim o vetor coluna;
- 4) Nesse momento, foi necessário calcular o vetor λ , por meio da divisão de cada elemento do vetor coluna pelo respectivo vetor média;
- 5) Para obter o valor do vetor λ_{max} , bastou calcular a média dos valores de cada elemento do vetor λ ;
- 6) Para finalizar os cálculos, foi necessário identificar o Índice Randômico (IR) da matriz. Esse valor foi padronizado por Saaty (1991) e depende do número de elementos da matriz (n) (Tabela 4);
- 7) Em seguida, foi calculado o Índice de Consistência (IC) da matriz, definida pela seguinte equação:

$$IC = \frac{[\lambda_{max} - n]}{[(n-1)]}$$

- 8) Por fim, a Razão de Consistência (RC) foi calculada seguindo a equação a seguir. Segundo Saaty (1991), para que as respostas dos especialistas sejam coerentes, RC deve ser menor ou igual a 0,10. Quanto mais próximo de zero for essa razão, mais consistente a matriz estará.

$$RC = \frac{IC}{IR}$$

Tabela 3 - Exemplo de matriz para cálculos de índice de consistência

Variáveis	Pesos dos especialistas			Matriz normalizada			Média das linhas	Vetor Coluna	Vetor λ	n = 3, Então IR = 0,58
	V1	V2	V3	V1	V2	V3				
V1	1	0,33	3	0,23*	0,076	0,69	0,33	1,42**	4,30	$IC = \frac{[4,30 - 3]}{[(3 - 1)]}$ IC = 0,65
V2	3	1	0,33	0,69	0,23	0,076	0,33	1,42	4,3	
V3	0,33	3	1	0,076	0,69	0,23	0,33	1,42	4,3	
Vetor $\lambda_{max} = 4,3$									$RC = \frac{0,65}{0,58} = 1,12$	

*1/4,33 = 0,23

**0,33x1 + 0,33x0,33 + 0,33x3 = 1,42

Fonte: Adaptado de Ventura (2009)

Tabela 4 - Valor do índice randômico de acordo com a ordem da matriz

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IR	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Fonte: Saaty (1991)

Neste sentido, foi adotada na presente pesquisa que, as matrizes *AHP* de especialistas com inconsistência deveriam ser excluídas da avaliação. Isso porque essa avaliação teve como objetivo apenas hierarquizar a importância dos indicadores, sem qualquer natureza de exclusão dos mesmos. Portanto, as notas baixas significaram que tal indicador é menos importante que outro, mas não que ele deveria ser excluído da ferramenta.

Dessa maneira, não houve problema em desconsiderar as avaliações inconsistentes. Para iniciativas que obtiveram mais de uma avaliação consistente, foi realizada a média das notas de tais avaliações, gerando uma matriz única para tal iniciativa. A partir dessa matriz, foram realizados os cálculos de padronização e posteriormente hierarquização dos resultados para chegar na lista ordenada de importância dos indicadores.

Para as iniciativas que obtiveram somente uma avaliação consistente, foi utilizada a hierarquização obtida diretamente do especialista.

3.4 ETAPA 4 – ELABORAÇÃO DA FERRAMENTA SAGReS

A quarta etapa foi referente à elaboração da ferramenta SAGReS em planilha eletrônica. Sua finalidade foi identificar as principais lacunas dentro de cada uma das iniciativas da PNRS que compõem a ferramenta, para que os gestores públicos possam viabilizar ações e sanar as deficiências encontradas.

Cada iniciativa teve, portanto, 10 indicadores, os quais foram avaliados por meio de três critérios: existência da informação; qualidade da informação e; nível de importância da informação. O Quadro 11 apresenta os critérios e sua respectiva definição.

Quadro 11 – Critérios definidos para a elaboração da ferramenta de gestão

Critérios	Definição
Existência da informação	-Refere-se à informação que o indicador representa. -Pergunta de referência: a informação referente ao indicador analisado existe (sim, em construção ou não)?
Qualidade da informação	-Refere-se à qualidade da informação frente ao nível de detalhamento que ela apresenta. -Pergunta de referência: qual a qualidade da informação (baixa, média ou alta)?
Importância da informação	-Refere-se à importância da informação frente o indicador analisado. -Pergunta de referência: qual o nível de importância da informação que o indicador apresenta (baixo, médio ou alto)?

Fonte: autora

Os indicadores foram avaliados a partir dos três critérios explicados no Quadro 10, por meio de pontuações baseadas na escala de *Likert*. Tal escala é utilizada para medir atitudes, fornecendo uma gama de respostas sobre uma questão ou afirmação (JAMIESON, 2004) e, geralmente, utiliza variações ímpares para atribuição do valor a cada critério de concordância ou discordância do indicador analisado (PEREIRA, 1999).

Na presente pesquisa, a escala adotada para avaliar o indicador em cada critério (Quadro 10) foi:

- Valor 3 – Alto: se o indicador analisado tem baixa possibilidade de atender ao critério. Isso implica que é improvável ou pouco provável que a atividade/serviço é realizada.
- Valor 2 – Médio: se o indicador tem média possibilidade de atender ao critério. Isso implica que há probabilidade moderada de ocorrência da atividade/serviço.
- Valor 1 – Baixo: se o indicador tem elevada possibilidade de atender ao critério. Isso implica que há elevada probabilidade de ocorrência da atividade/serviço.

Dessa forma, as pontuações que cada indicador receber, referente à cada um dos três critérios estabelecidos, são multiplicadas gerando uma gama de resultados numéricos que variam de 1 (1 x 1 x 1) a 27 (3 x 3 x 3).

A Figura 2 ilustra a escala de classificação final do indicador (após multiplicação das pontuações de todos os critérios).

Figura 2 - Escala do grau de atendimento do indicador aos critérios estabelecidos



Fonte: autora

Com a escala adotada, quanto menor for o valor atribuído ao indicador, maior é a chance da atividade ou do serviço serem realizados ou estarem em andamento. Assim, o resultado obtido pela multiplicação dos critérios, indica o grau do indicador quanto i) à existência de informação, ii) à qualidade da informação e iii) ao nível de importância da informação.

Desta forma, quanto maior for o resultado final do indicador, pior é sua atual situação e, portanto, maior deverá ser a atenção do gestor para estabelecer ações prioritárias que integrem aquele indicador na gestão municipal de RSU.

3.5 ETAPA 5 - APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NOS MUNICÍPIOS DE ARARAQUARA (SP) E SÃO CARLOS (SP)

A quinta etapa consistiu na aplicação da ferramenta e, para isso, foram adotados os municípios de Araraquara e São Carlos. Tal escolha se deu por ambos os municípios se localizarem próximos ao local onde a pesquisa foi desenvolvida. Contudo, vale ressaltar que a ferramenta pode ser aplicada em qualquer município.

As informações de Araraquara e São Carlos estavam disponíveis em meio digital, principalmente no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) dos municípios.

Nessa etapa da pesquisa, a ferramenta SAGReS foi utilizada na prática pela pesquisadora e, portanto, foi possível observar as principais lacunas e falhas da mesma. Os indicadores puderam ser avaliados para cada município e comparados entre si, possibilitando observações acerca da GRSU dos municípios estudados.

O município de Araraquara está localizado na região centro leste do Estado de São Paulo, localizado entre os paralelos de 48° 15' W de longitude e 21° 40' – 21° 55' S de latitude. A região possui estação chuvosa entre outubro e março, com clima úmido e tropical, enquanto a estação da seca vai de abril a setembro, com clima sub úmido/temperado (BRONDI, 2000).

O município possui uma população estimada em 233.744 habitantes (IBGE, 2018a) em que cerca de 95% habitam a zona urbana e 5% a zona rural, caracterizando-se um município de intenso processo de urbanização, com industrialização e ampliação do setor terciários (DONATO, 2014).

Para a aplicação da ferramenta no município, foram utilizados o PMGIRS, documentos referentes ao município, à órgãos que prestam serviços para o mesmo, entre outros.

Na avaliação do município de São Carlos, as informações foram encontradas na versão preliminar do PMGIRS, entre outros documentos referentes ao município. O mesmo está localizado a 232 km de distância da capital do estado de São Paulo e a 40 km de Araraquara (DER, 2019), município onde foi realizada a primeira aplicação da ferramenta.

A população estimada pelo Perfil dos Municípios Paulistas é de 240.726 habitantes (SEADE, 2019) e se caracteriza como sendo um dos principais polos de desenvolvimento do país, recebendo o título de Capital da Tecnologia devido ao vigor acadêmico, tecnológico e industrial.

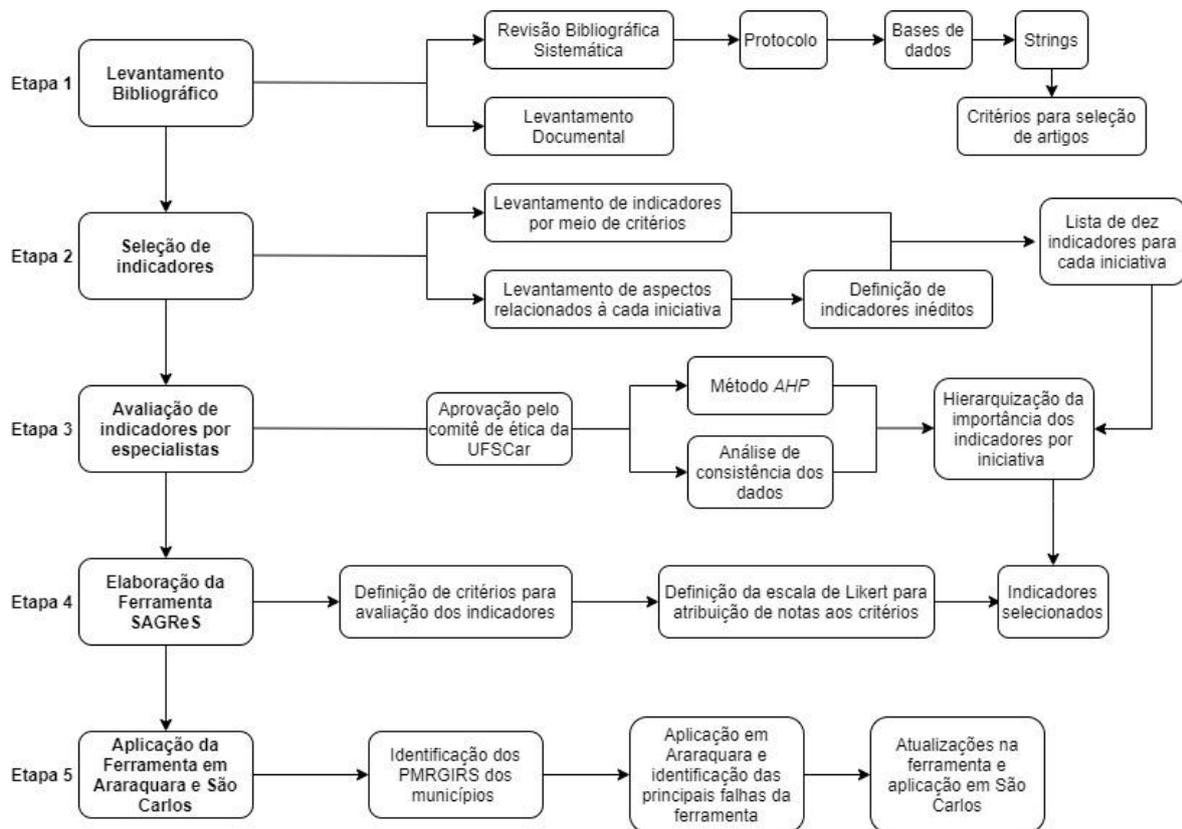
O município é limítrofe das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHIs 13 e 9, denominadas Tietê-Jacaré e Mogi-Guaçu respectivamente, contendo sua área urbana majoritariamente inserida dentro da UGRHI Tietê-Jacaré (CPTI, 2008). Ademais, faz divisa com Ibaté, Itirapina, Rincão, Santa Lúcia, Analândia, Luís Antônio, Araraquara, Descalvado, Brotas, Américo Brasiliense e Ribeirão Bonito (PREFEITURA DE SÃO CARLOS, 2019).

Possui uma área total de 1.136,9 km² (IBGE, 2018b) com clima temperado de altitude, apresentando verões chuvosos e inverno seco, com precipitação média de 1.512 mm por ano. Além disso, possui dois distritos, Água Vermelha e Santa Eudóxia, cada um com aproximadamente 3.300 e 3.050 habitantes, respectivamente (PREFEITURA DE SÃO CARLOS, 2019).

O bioma presente na região é principalmente o cerrado (IBGE, 2019), considerado *hotspot* mundial de biodiversidade pela abundância de espécies endêmicas. Entende-se *hotspot* como regiões de grande riqueza biológica que estão extremamente ameaçadas (MMA, s/d).

Para ilustrar a metodologia da pesquisa, a Figura 3 apresenta o fluxograma contendo todas as etapas aqui descritas.

Figura 3 – Fluxograma metodológico da pesquisa



Fonte: autora

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com o desenvolvimento da pesquisa estão apresentados a seguir, divididos de acordo com as etapas metodológicas.

4.1 RESULTADOS DO LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

O levantamento bibliográfico foi a primeira etapa da presente pesquisa e se dividiu entre RBS e levantamento documental, como descritos no capítulo “Materiais e Métodos”. A Tabela 5 apresenta a quantidade de artigos encontrados na RBS, em cada uma das três bases de dados utilizadas e de acordo com cada tema pesquisado.

Tabela 5 – Quantidade de artigos encontrados na RBS

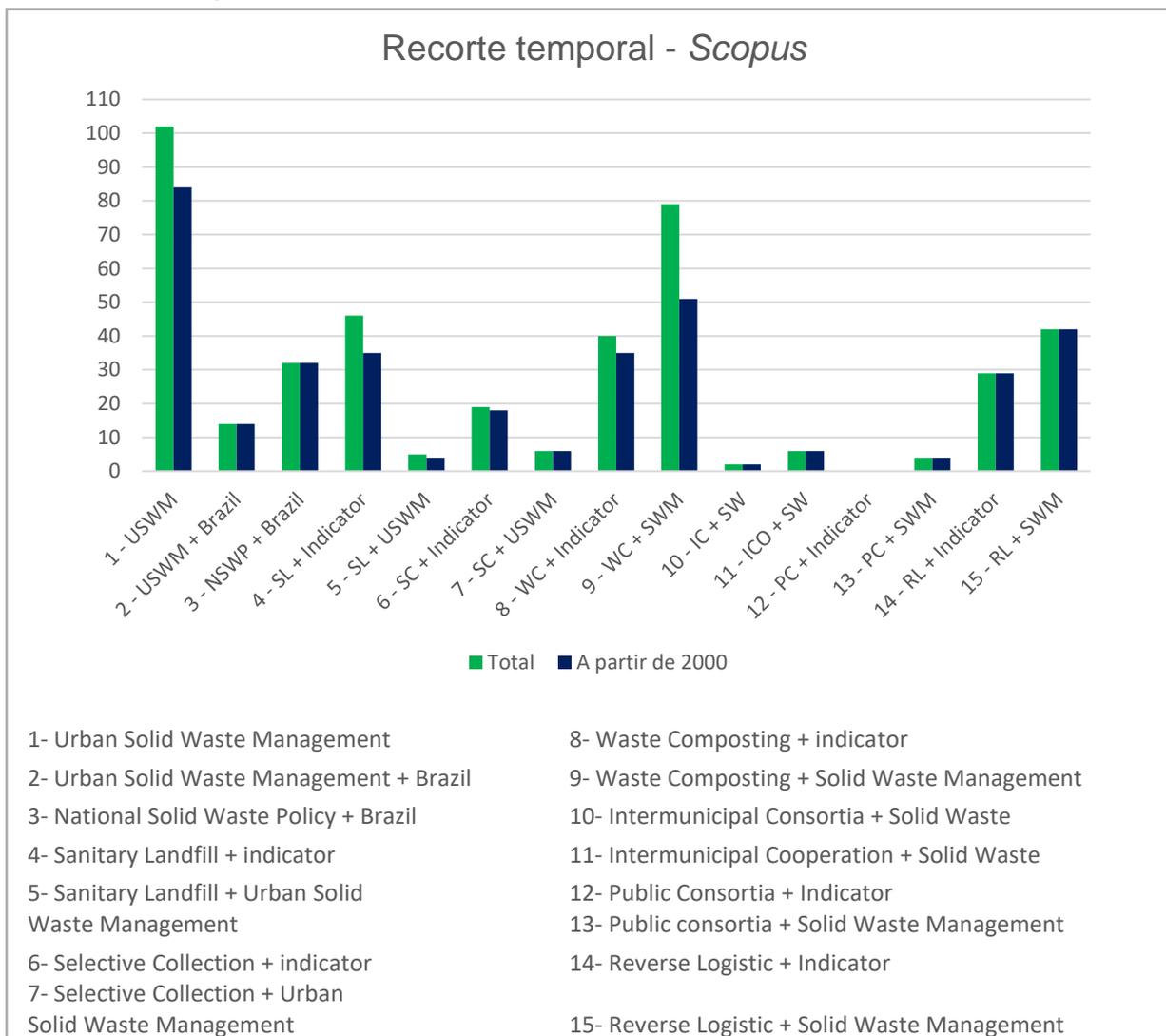
Strings	Scopus		Web of Science		Compendex	
	Total	A partir de 2000	Total	A partir de 2000	Total	A partir de 2000
Solid waste management	13.292	7280	3671	3237	3582	2702
Urban solid waste management	102	84	65	57	35	30
Urban solid waste management + Brazil	14	14	6	6	3	3
National Solid Waste Policy + Brazil	32	32	28	28	12	12
Sanitary landfill + indicator	46	35	28	22	22	12
Sanitary landfill + urban solid waste management	5	4	2	2	70	42
Selective collection + indicator	19	18	18	18	11	11
Selective collection + urban solid waste management	6	6	4	4	23	22
Waste composting + indicator	40	35	33	30	23	20
Waste composting + solid waste management	79	51	21	17	23	15
Intermunicipal consortia + solid waste	2	2	0	0	0	0
Intermunicipal cooperation + solid waste	6	6	13	13	3	3
Public consortia + indicator	0	0	0	0	0	0
Public consortia + solid waste management	4	4	3	3	2	2
Reverse logistic + indicator	29	29	5	4	3	2
Reverse logistic + solid waste management	42	42	24	21	17	17

Fonte: autora

A revisão bibliográfica sistemática ocorreu durante o ano de 2018 e, para a presente pesquisa, definiu-se que o recorte temporal para seleção dos artigos foi a partir do ano 2000. Dessa forma, os artigos selecionados tiveram um recorte temporal de 2000 a 2018.

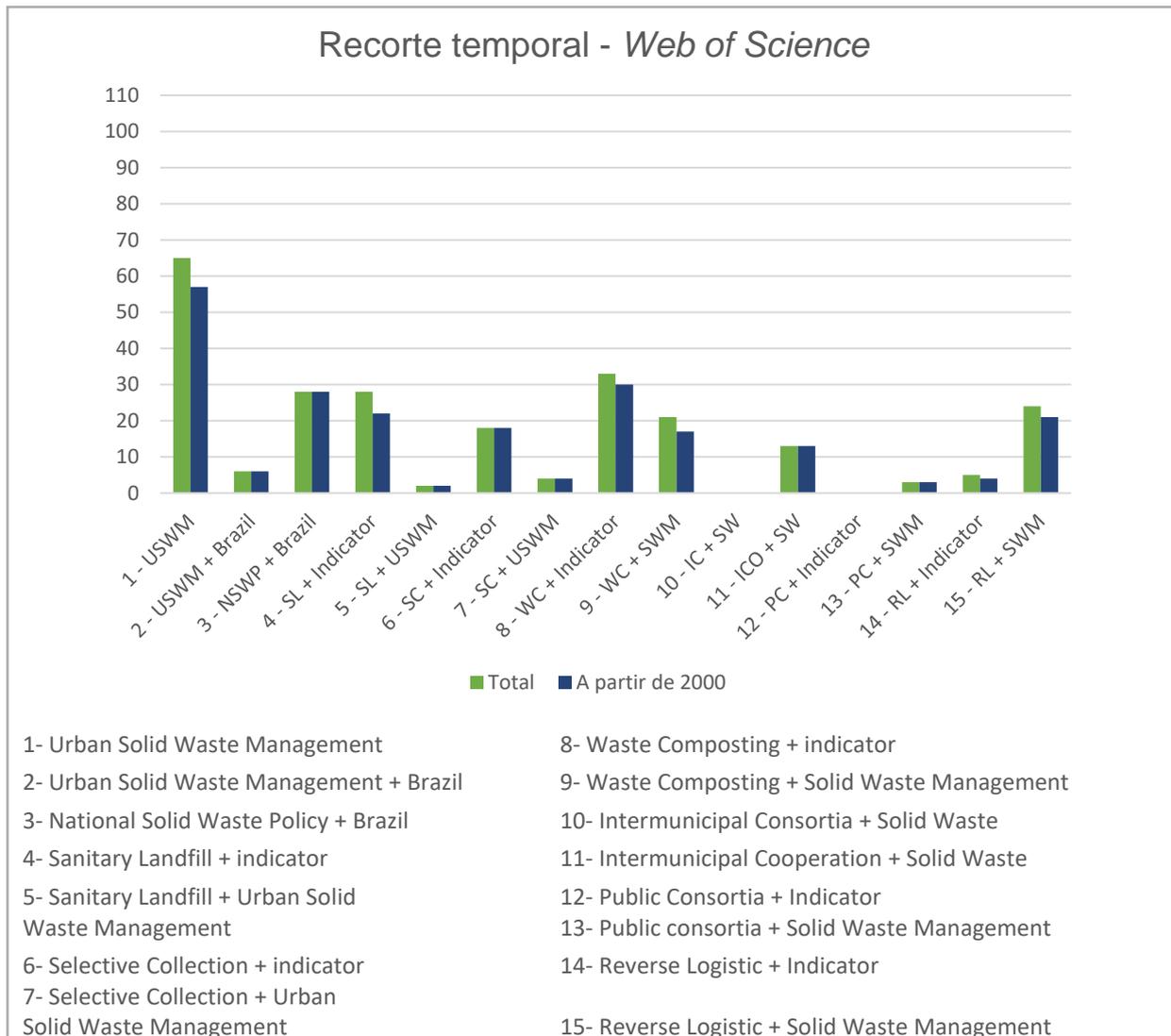
As Figuras 4, 5 e 6 ilustram a quantidade de artigos encontrados em relação à quantidade de artigos selecionados a partir do ano 2000, por base de dados:

Figura 4 - Quantidade de artigos em relação ao recorte temporal definido para a base de dados *Scopus*



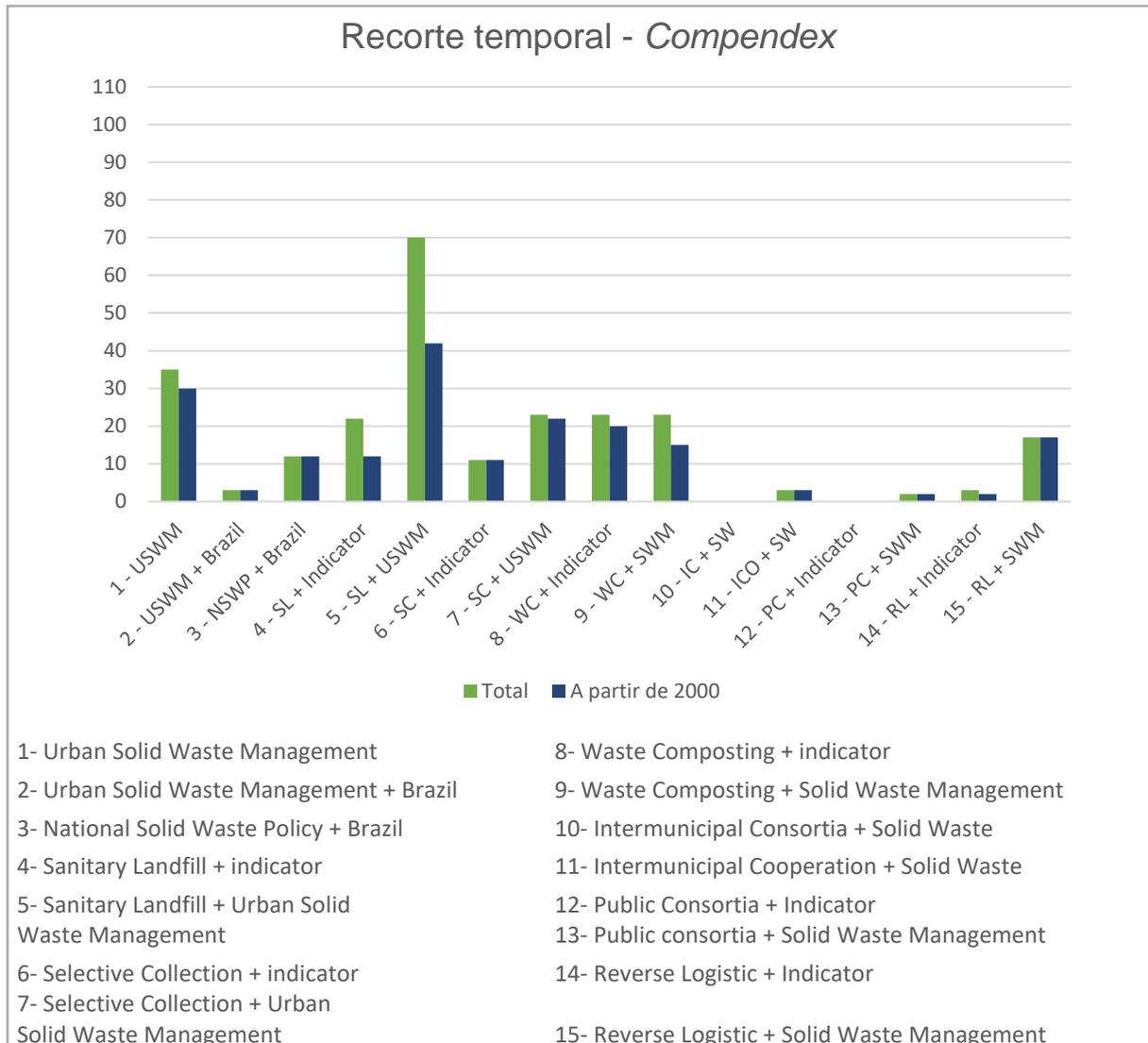
Fonte: autora

Figura 5 - Quantidade de artigos em relação ao recorte temporal definido para a base *Web of Science*



Fonte: autora

Figura 6 - Quantidade de artigos em relação ao recorte temporal definido para a base de dados *Compendex*



Fonte: autora

Com estes primeiros resultados, foi possível realizar algumas observações e comparações. Primeiramente, para efeito de comparação, foram pesquisados os temas “gestão de resíduos sólidos” e “gestão de resíduos sólidos urbanos”, o que mostrou que o primeiro tema é muito mais amplo do que o segundo, destacando a diferença que o termo “urbano” pode fazer, tornando uma especificidade com um número de estudos muito menor.

Foi possível observar também que a quantidade de artigos variou muito de acordo com os temas. Vale considerar que para a pesquisa, todos os temas foram

pesquisados utilizando *strings* que relacionassem os mesmos com “indicadores” e “resíduos sólidos”, uma vez que o universo da pesquisa se limitou a isso.

Quando adicionado o termo “indicadores”, os resultados diminuíram consideravelmente, evidenciando assim, a pouca quantidade de estudos que abordam indicadores dos temas pesquisados.

O tema que chamou atenção foi “consórcios públicos” uma vez que na busca associado aos “indicadores”, não foi encontrado trabalho algum, o que levou a necessidade de se utilizar outros termos, como “consórcio intermunicipal” e “cooperação intermunicipal”. Com tudo, como pôde ser observado na Tabela 4, a quantidade de artigos encontrados ainda foi muito baixa.

Isso se deve principalmente porque, as experiências internacionais de consórcios de resíduos sólidos são geralmente de caráter privado, diferente das experiências brasileiras. Essa situação somada ao fato de que os estudos no Brasil sobre os consórcios ainda são limitados, explicam a pouca quantidade de trabalhos realizados na área.

Por fim, para observação da distribuição de publicações no mundo, foram gerados os gráficos representados pelas Figuras 7, 8 e 9 que apresentam os 5 países com maior quantidade de publicações nos temas pesquisados, em cada base de dados utilizadas.

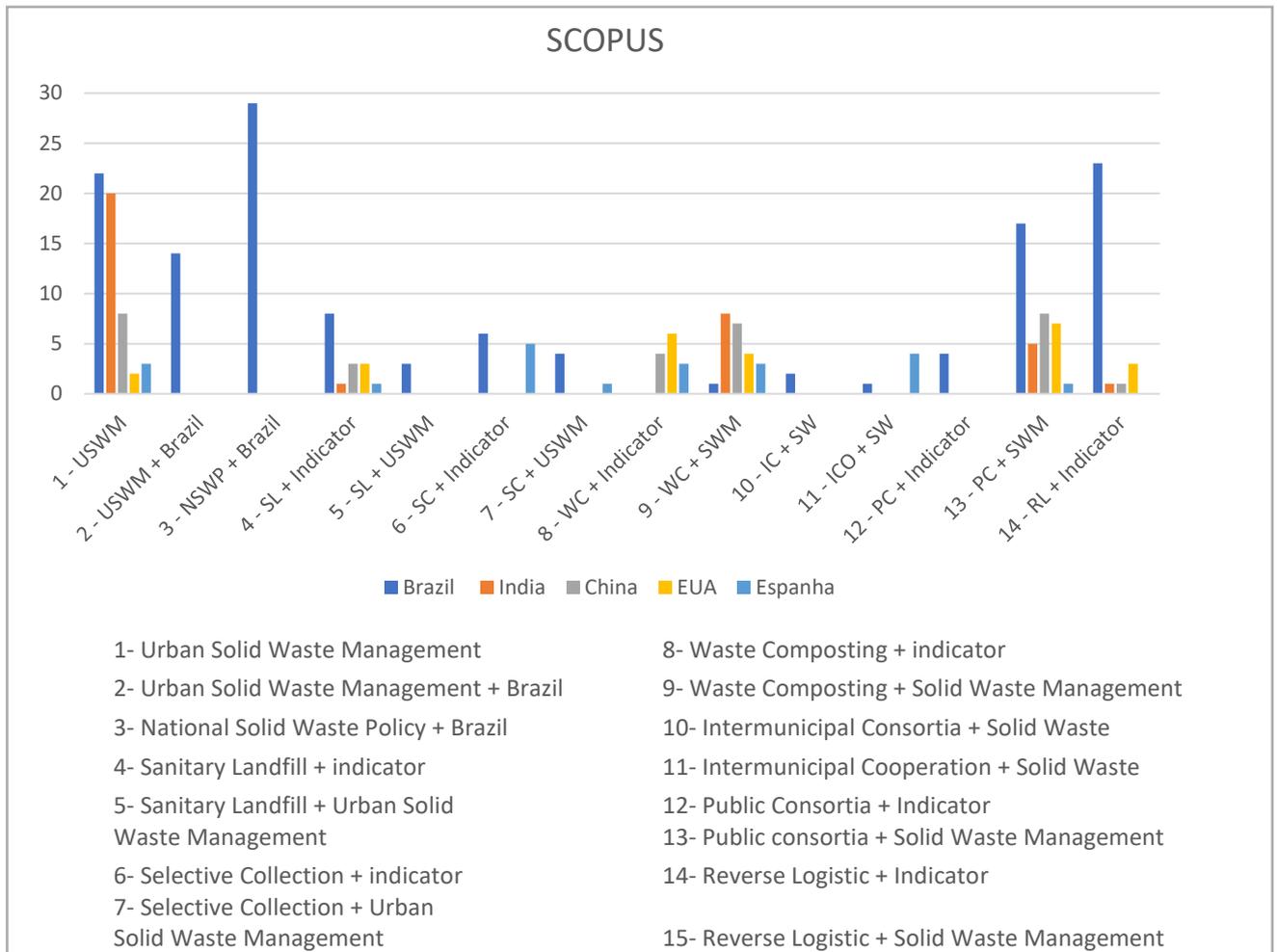
Em cada uma das três bases, foram levantados os países que publicaram os artigos encontrados a partir do ano 2000 para todas as *strings* utilizadas na pesquisa. Posteriormente, foi encontrada a quantidade total de publicações por países, a fim de observar quais foram os cinco países com maior número de publicações. A ordem dos países com maior quantidade de publicações por base de dados está ilustrada na Tabela 6.

Tabela 6 - Número de artigos em relação aos países com maior recorrência de publicação

Bases de dados	Ordem dos países	Número de artigos
<i>Scopus</i>	Brasil	134
	Índia	35
	China	31
	EUA	25
	Espanha	21
<i>Web of science</i>	Brasil	66
	Espanha	21
	EUA	14
	China	13
	Turquia	9
<i>Compendex</i>	Brasil	33
	EUA	19
	China	16
	Índia	14
	Espanha	13

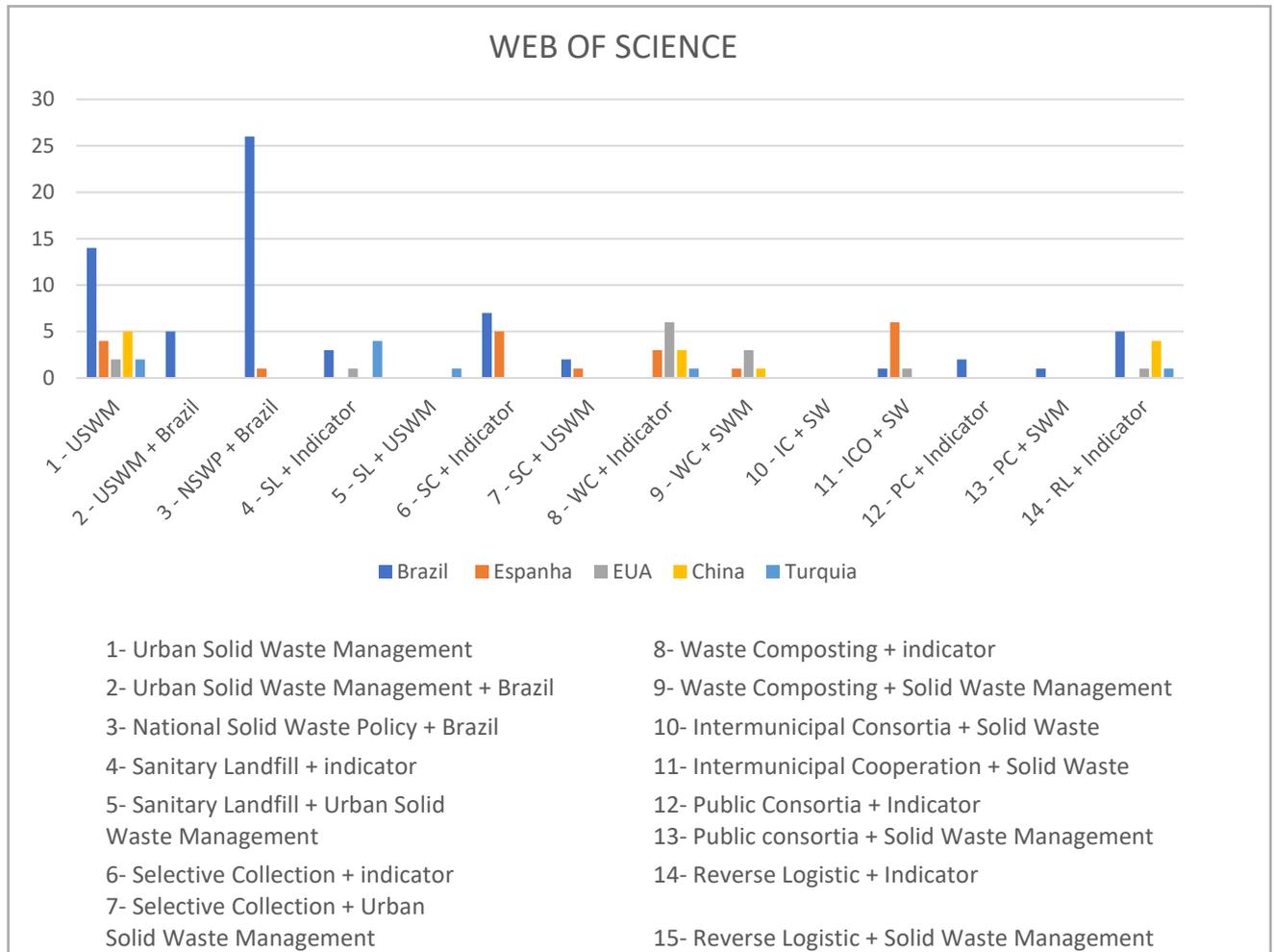
Fonte: autora

Figura 7 - Quantidade de artigos publicados nos países de maior recorrência para a base de dados Scopus



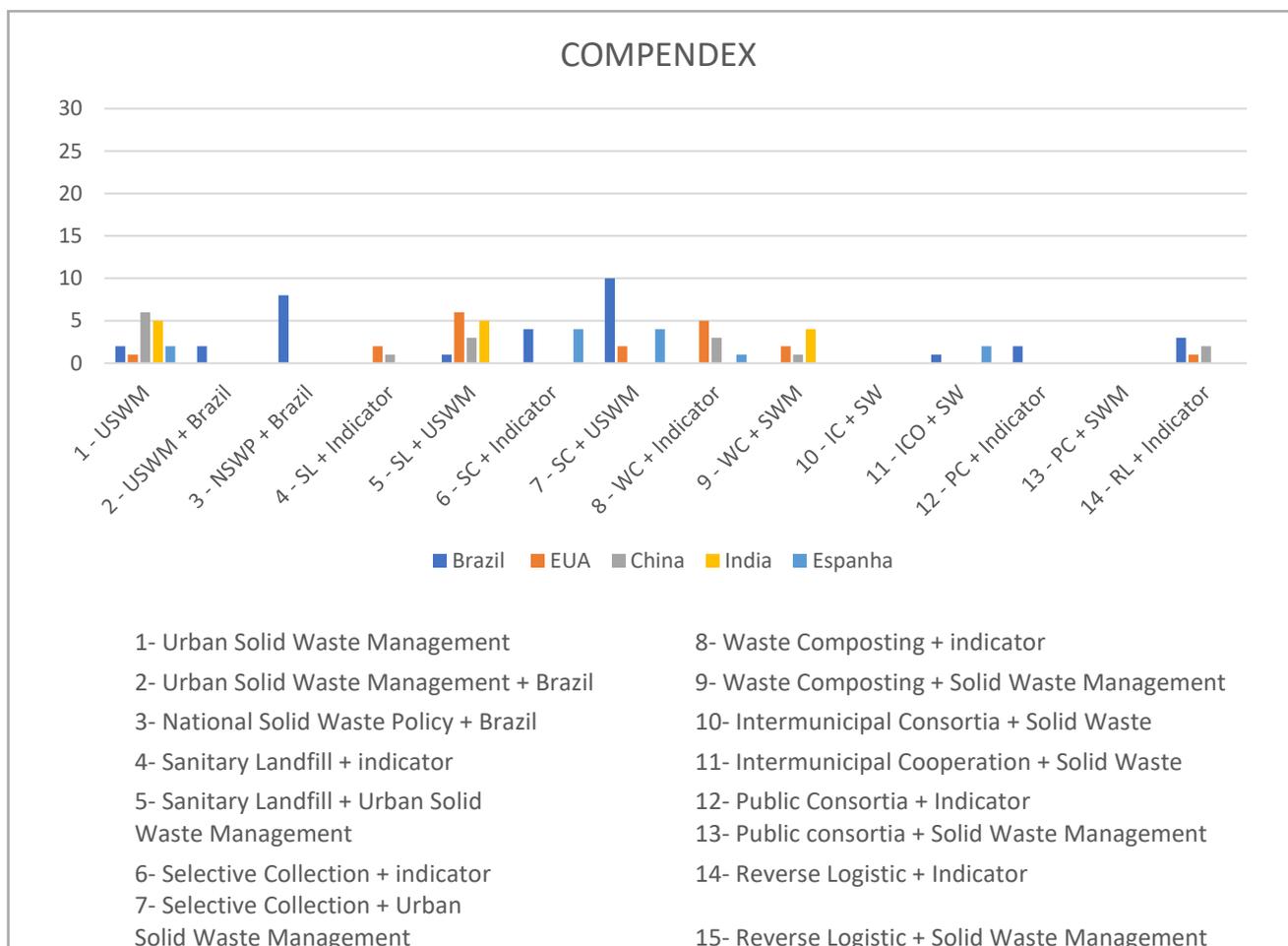
Fonte: autora

Figura 8 - Quantidade de artigos publicados nos países de maior recorrência para a base de dados *Web of Science*



Fonte: autora

Figura 9 - Quantidade de artigos publicados nos países de maior recorrência para a base de dados *Compendex*



Fonte: autora

Dessa forma, foi observado que, os únicos países que não foram recorrentes para as 3 bases, foram Índia e Turquia. Brasil, Canadá, EUA, China e Espanha, apareceram como um dos 5 países com maior número de publicações em todas as bases estudadas.

Além disso, o Brasil foi o mais recorrente nas três bases, isso porque os temas pesquisados estavam diretamente relacionados à GRSU no país. Contudo, esse resultado é muito promissor, uma vez que significa que o país está realizando e publicando pesquisas no setor dos resíduos sólidos.

Por fim, observou-se a crescente participação de países da Ásia em publicações de trabalhos científicos, com destaque para China e Índia, que

ultrapassaram países localizados na Europa e Américas.

4.2 INDICADORES SELECIONADOS

A partir do levantamento bibliográfico realizado, foi possível identificar dez indicadores para cada uma das cinco iniciativas estudadas da PNRS. Como explicado na seção “Materiais e Métodos”, para atribuir maior confiabilidade à pesquisa, os indicadores foram submetidos à especialistas da área para avaliar, por meio da ferramenta *AHP*, a ordem de importância dos indicadores previamente selecionados.

No subtópico a seguir, estão apresentados os resultados obtidos.

4.2.1 RESULTADOS DO MÉTODO *AHP* E DA ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA DE SAATY

O Quadro 12 ilustra um resumo dos resultados da avaliação dos especialistas por meio do método *AHP* e da posterior análise de consistência de Saaty, assim como a hierarquização da importância dos indicadores selecionados para as 5 iniciativas estudadas.

Os 12 especialistas selecionados para realizar a avaliação não necessariamente avaliaram todas as iniciativas. Foram escolhidas apenas 2 iniciativas por especialista, de forma que, alguns avaliadores, por vontade própria, realizaram a avaliação de todas.

Quadro 12 - Indicadores selecionados para constituir a ferramenta SAGReS (continua...)

Iniciativas	Indicadores por ordem de importância (do mais importante para o menos importante)	Quantidade de avaliações realizadas	Quantidade de resultados consistentes
Aterro Sanitário	Existência de Política Ambiental	6	2
	Existência de controle de custos da operação do aterro		
	Classificação do IQR		
	Existência de consulta à população residente nas proximidades do aterro para identificação de problemas ambientais		
	Existência de programas e campanhas socioeducativas, visitas monitoradas (funcionários e público externo)		
	Existência de realização de exames periódicos e preventivos para funcionários da operação do aterro		
	Nível de utilização de EPIs em funcionários		
	Nível de ruído do local		
	Existência de materiais de cobertura nas vias de acesso		
	Existência de controle de poeiras		
Coleta Seletiva	Existência do tópico "Coleta Seletiva" no PMGIRS	6	2
	Existência de parcerias para o funcionamento da coleta seletiva		
	Existência de canais de participação da sociedade civil e de organizações de catadores na gestão da coleta seletiva		
	Nível das condições de trabalho sob a ótica do cooperado		
	Existência de acompanhamento e análise da separação na cooperativa		
	Existência de planejamento e apoio à capacitação dos catadores		
	Existência de levantamento e controle das causas de absenteísmo		
	Quantidade (kg ou %) de materiais aproveitados pela coleta seletiva (excluindo rejeito)		
	Existência de diversificação na cooperativa		
	Porcentagem da abrangência da coleta seletiva no município		
Compostagem	Nível das condições de trabalho	6	1
	Existência de controle e planejamento para a forma de coleta e acondicionamento do material orgânico		
	Quantidade de materiais inertes no composto final		
	Frequência da triagem		
	Existência de controle da relação carbono/nitrogênio		
	Existência de controle do volume da leira		
	Existência de tecnologia no processo da compostagem		
	Existência de controle do tamanho de partículas presentes nas leiras		
	Classificação do IQC		
	Existência de estradas de acesso		

Quadro 12 - Indicadores selecionados para constituir a ferramenta SAGReS (continuação)

Iniciativas	Indicadores por ordem de importância (do mais importante para o menos importante)	Quantidade de avaliações realizadas	Quantidade de resultados consistentes
Consórcio Público	Existência de articulação e integração dos entes consorciados para manutenção dos consórcios	7	2
	Existência de planejamento integrado entre os municípios		
	Existência de programa de mobilização e sensibilização socioeducativa		
	Existência de apoio e incentivo para fomento de consórcios intermunicipais		
	Existência de planejamento de atividades a curto, médio e longo prazo		
	Existência de ganhos pelo aumento de escala do serviço		
	Existência de mecanismos para garantir a participação popular		
	Existência de controle e divulgação de resultados obtidos		
	Existência de critérios adotados para a definição de prioridades		
	Existência de controle para a redução de custos operacionais		
Logística Reversa	Existência de canais de comunicação	7	1
	Existência de parceria da logística reversa com a catação de recicláveis		
	Existência de rede ou consórcio para implantação e manutenção da logística reversa		
	Taxa de eficiência da recuperação		
	Existência de legislação para logística reversa		
	Quantidade (kg ou %) de material recuperado em relação ao recebido		
	Existência de tecnologias e inovação de processo		
	Existência de controle financeiro da logística reversa		
	Quantidade de impactos ambientais minimizados		
	Existência de caracterização e controle de riscos identificados		

Fonte: Autora

4.3 ELABORAÇÃO DA FERRAMENTA SAGReS (Sistema de Avaliação de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos)

A ferramenta SAGReS, elaborada por meio do programa *Excel*, obteve as seguintes páginas: Capa; Página Inicial; Como Utilizar a Ferramenta?; Iniciar Avaliação; Avaliação por Iniciativas; Definição dos Indicadores e; Relatório Final em PDF.

Todas as páginas do sistema estão ilustradas no Apêndice V.

4.4 APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NOS MUNICÍPIOS DE ARARAQUARA E SÃO CARLOS

É importante ressaltar que essa aplicação poderia ter sido realizada em outros municípios, com diversas deficiências nessa área. Portanto, fica aqui explicado que a forma como a aplicação foi realizada, não implica na utilidade da ferramenta.

As informações necessárias para a aplicação da ferramenta foram obtidas no Plano de Gestão Integrada dos municípios de Araraquara, publicada no ano de 2013, e São Carlos, publicada em 2020, assim como em documentos diversos relacionados aos municípios.

4.4.1 ATERRO SANITÁRIO EM ARARAQUARA

A Figura 10 ilustra os resultados obtidos para a iniciativa de aterro sanitário.

Figura 10 - Resultados da ferramenta SAGReS para a iniciativa de aterro sanitário em Araraquara



Código	Indicador
InAS1	Existência de política ambiental
InAS2	Existência de controle de custos da operação do aterro
InAS3	Classificação do IQR
InAS4	Existência de consulta a população residente nas proximidades do aterro para identificação de problemas ambientais
InAS5	Existência de programas e campanhas socio educativas, visitas monitoradas (funcionários e público externo)
InAS6	Existência de realização de exames periódicos e preventivos para funcionários da operação do aterro
InAS7	Nível de utilização de EPIs nos funcionários
InAS8	Nível do ruído do local
InAS9	Existência de materiais de cobertura nas vias de acesso
InAS10	Existência do controle de poeiras

Fonte: autora

O aterro sanitário do município de Araraquara encerrou o recebimento de resíduos domiciliares em 16 de outubro de 2009. O plano de encerramento do aterro foi aprovado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) em 21 de março de 2012. Nessa ocasião, o município passou a enviar seus resíduos para o aterro no município de Guatapar e permanece até os dias atuais, segundo o Inventário Estadual publicado pela CETESB (2019).

Assim sendo, a avaliao dos indicadores para a iniciativa de Aterro Sanitário em Araraquara foi realizada utilizando-se as informaçoes do aterro de Guatapar, onde o município em estudo dispõe seus resíduos, cujas informaçoes foram

encontradas no Plano Integrado de Gestão de Resíduos Sólidos do município de Guatapar, publicado em 2014.

O aterro sanitário de Guatapar  gerido pelo grupo Estre e recebe em torno de 2.000 toneladas diárias de resíduos domiciliares (GUATAPARÁ, 2014). Os municípios que encaminham seus rejeitos até Guatapar são: Altinópolis, Américo Brasiliense, Araraquara, Ribeirão Preto, guas de Santa Bárbara, Analândia, Cravinhos, Itapu, Guatapar, Marília, Lins, Dumont, Sertãozinho, Serrana, Pontal, Pitangueiras, Jaú e Descalvado.

No que se refere ao controle de custos da operação do aterro, há uma relação geral dos gastos com a gestão dos resíduos sólidos do município, mas não especifica os custos de operação do aterro sanitário, segundo relatório de sustentabilidade baseado nas diretrizes do *Global Reporting Initiative* (GRI) (ESTRE, 2017).

O ndice de Qualidade do Aterro (IQC) apresentou pontuação máxima para o aterro de Guatapar em 2018 (CETESB, 2019). Isso significa que diversos parâmetros foram avaliados e se encontram em situação ótima, como estrutura de apoio, frente de trabalho, taludes e bermas, superfície superior, estruturas de proteção ambiental, características da área, entre outras informações.

Sobre a existência de consulta  população, não foram encontrados dados referentes a esse assunto especialmente. Entretanto, uma notícia de agosto de 2014 apresenta o aterro de Guatapar como a primeira usina do interior do estado de São Paulo a gerar energia a partir do lixo (TUORINI, 2014). Tal informação foi confirmada no Relatório de Sustentabilidade da empresa.

Segundo esse Relatório, foram gerados 82 GWh de energia por meio das usinas instaladas nos aterros de Guatapar e Fazenda do Rio Grande, no Paraná, com capacidade de 14 MW, e a produção dessa energia é usada em partes na operação das plantas da Estre e também é vendida e usada pela população (ESTRE, 2017). Contudo, a informação quanto  geração de energia são foi apresentada juntamente com a usina da Fazenda do Rio Grande, não havendo informações específicas apenas para a planta de Guatapar.

Em relação  existência de campanhas socioeducativas no respectivo aterro sanitário, o PMGIRS apresenta a existência de uma lei municipal a qual instituiu a Política Municipal de Educação Ambiental. A mesma prevê programas de capacitação

de professores, oferece atividades, entre outros. Contudo, o plano não especifica se há atividades e visitas monitoradas relacionadas ao aterro sanitário.

No que se refere ao nível de EPI dos funcionários para o aterro de Guatapará, o PMGIRS não apresenta informações sobre a utilização dos mesmos nos serviços de operação do aterro. As informações trazidas são referentes aos serviços de coleta e limpeza urbana, em que é exposto que os funcionários não utilizam qualquer tipo de uniforme ou EPI.

Contudo, no Relatório de Sustentabilidade da Estre foi informado que, em, 2017, a empresa reestruturou os processos de Segurança do Trabalho e fez lançamento da nova Política de Segurança. Nessas novas atualizações, foi investido mais de 50 mil horas de treinamento para o público operacional e 1 milhão de reais em estruturas e equipamentos, visando a diminuição de riscos à acidentes. Entretanto, não foi encontrada a Política de Segurança, da mesma forma que não foram apresentadas informações específicas para o aterro de Guatapará quanto à realização de exames periódicos nos funcionários (ESTRE, 2017).

Em relação à cobertura nas vias de acesso, não foi apresentada informação específica sobre o assunto. Contudo, o PMGIRS apresenta que o aterro sanitário se localiza em uma rodovia estadual na qual possui cobertura com asfalto. Entretanto, a partir de fotos observadas no próprio plano, dentro do aterro sanitário as imagens mostram que as vias de acesso são de terra.

Sobre a existência de controle de poeiras, não foi encontrada informação. Esse controle seria importante para a qualidade de trabalho dos funcionários, uma vez que a poeira pode ser proveniente tanto da terra utilizada para recobrir os rejeitos, quanto da terra existente nas vias de acesso dentro do aterro.

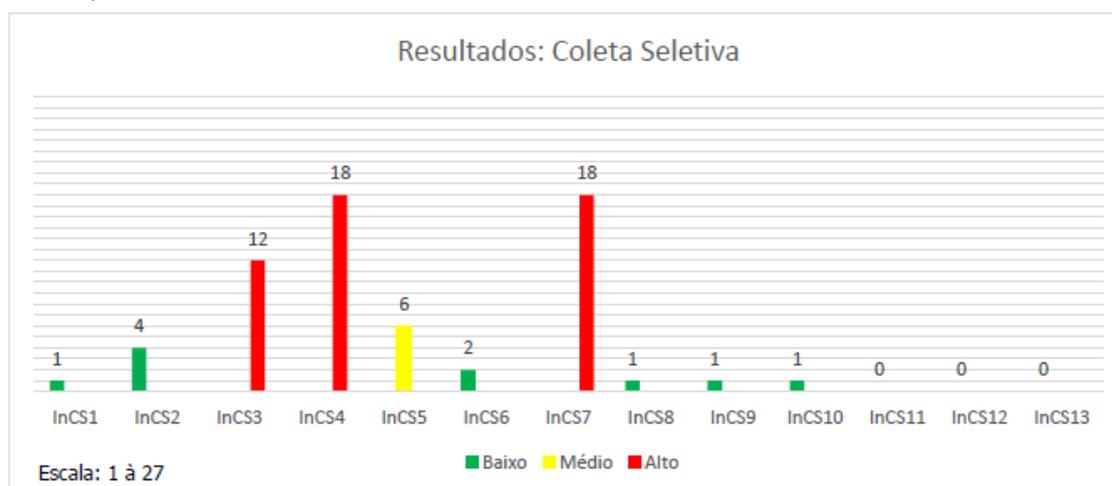
Por fim, sobre o nível de ruído do local (aterro sanitário particular), existência de consulta à população do entorno para identificação de problemas ambientais e realização de exames periódicos e preventivos nos funcionários da operação do aterro, não houveram informações abordadas no plano.

É importante ressaltar que a ferramenta não substitui o IQR e vice-versa. O IQR trata das condições ambientais dos aterros sanitários, enquanto que os indicadores do SAGReS avaliam a gestão por iniciativa. O formulário para avaliação de aterros sanitários da CETESB se encontra no Anexo I (CETESB, 2019).

4.4.2 COLETA SELETIVA EM ARARAQUARA

A Figura 11 ilustra os resultados obtidos por meio da avaliação para a coleta seletiva.

Figura 11 - Resultados da ferramenta SAGReS para a iniciativa de coleta seletiva em Araraquara



Código	Indicador
InCS1	Existência do tópico "Coleta seletiva" no PMGIRS
InCS2	Existência de parcerias para o funcionamento da coleta seletiva
InCS3	Existência de canais de participação da sociedade civil e de organizações de catadores na gestão da coleta seletiva
InCS4	Nível das condições de trabalho sob a ótica do cooperado
InCS5	Existência de acompanhamento e análise da separação na cooperativa
InCS6	Existência de planejamento e apoio a capacitação dos catadores
InCS7	Existência de levantamento e controle das causas de absenteísmo
InCS8	Quantidade (Kg ou %) de materiais aproveitados pela coleta seletiva (excluindo os rejeitos)
InCS9	Existência de diversificação na cooperativa
InCS10	Porcentagem da abrangência da coleta seletiva no município

Fonte: autora

Para avaliação de muitos indicadores, foram utilizadas informações abordadas no PMGIRS de Araraquara. Segundo o plano, a quantidade de materiais aproveitados pela coleta seletiva em 2012 foi de aproximadamente 1.784.630 kg/ano de materiais recicláveis. Entre eles, destacam-se o plástico, papel/papelão, vidro, alumínio, óleo, isopor, placa eletrônica, entre outros. Além disso, o PMGIRS apresenta que a

abrangência da coleta seletiva no município é de 100% na área urbana.

No que se refere à diversificação na cooperativa, a mesma conta com diversos serviços e setores diferentes que participam da atividade. Segundo o plano, o Departamento Autônomo de Água e Esgoto (DAEE) de Araraquara gerencia a coleta seletiva por meio de um contrato com a cooperativa a qual contempla a coleta, triagem e destinação dos materiais coletados, por meio do fornecimento de caminhões e motoristas. A prefeitura por sua vez, participa da coleta fornecendo apoio à organização da cooperativa, promovendo sua divulgação, cursos de formação, auxílio na gestão de negócios, entre outros.

O documento explica que as responsabilidades da cooperativa incluem a coleta porta-a-porta, a coordenação da equipe, manutenção do escritório e dos equipamentos da usina de triagem, disponibilização de uniformes e equipamentos de proteção individual.

Em relação as parcerias, como foi explicado anteriormente, a cooperativa conta com a cooperação da prefeitura e do DAAE de Araraquara. Foi exposto que a prefeitura auxilia na capacitação dos catadores, contudo, no plano não foi abordado se existe um planejamento para as atividades da cooperativa. Por fim, o indicador referente à existência do tópico “Coleta Seletiva” no PMGIRS do município é contemplado, no qual muitas informações são apresentadas no plano.

No que se refere aos indicadores com resultado médio ($6 < \text{pontuação} \leq 9$), apenas o indicador “existência de acompanhamento e análise da separação na cooperativa” se enquadrou nessa classificação, uma vez que não ficou claro no plano a forma como o acompanhamento é realizado.

Por fim, apenas três indicadores obtiveram resultado ruim (pontuação acima de 12), isto é, necessitam de grande atenção por parte dos gestores. Dois deles são referentes as causas de absenteísmo dos cooperados e aos níveis de condições de trabalho sob a ótica do cooperado, informações essas que não foram encontradas nos documentos pesquisados.

Não foram encontrados canais de comunicação direta entre a sociedade e a cooperativa como reuniões abertas, simpósios, entre outros. Todavia, o DAAE realiza reuniões com o grupo Meio Ambiente e Segurança, com representantes da CIESP e de empresas do setor privado, com o intuito de aproximar as administrações públicas

e o setor privado nos assuntos relacionados ao meio ambiente. Cada reunião mensal trata de um tema, dentre eles, a coleta seletiva de resíduos sólidos (RCIA, 2019).

Por fim, no site do DAAE é possível ter acesso ao roteiro da coleta seletiva, com os locais e respectivos dias da semana, por bairro.

4.4.3 COMPOSTAGEM EM ARARAQUARA

Em relação a iniciativa de compostagem não foram obtidos resultados uma vez que o município não realiza essa atividade em escala municipal.

As usinas de compostagem são escassas no estado de São Paulo, apenas 4 municípios possuem usina de compostagem (Andradina, Garça, Ribeirão Grande e São José do Rio Preto), contudo Araraquara não é um desses (CETESB, 2019).

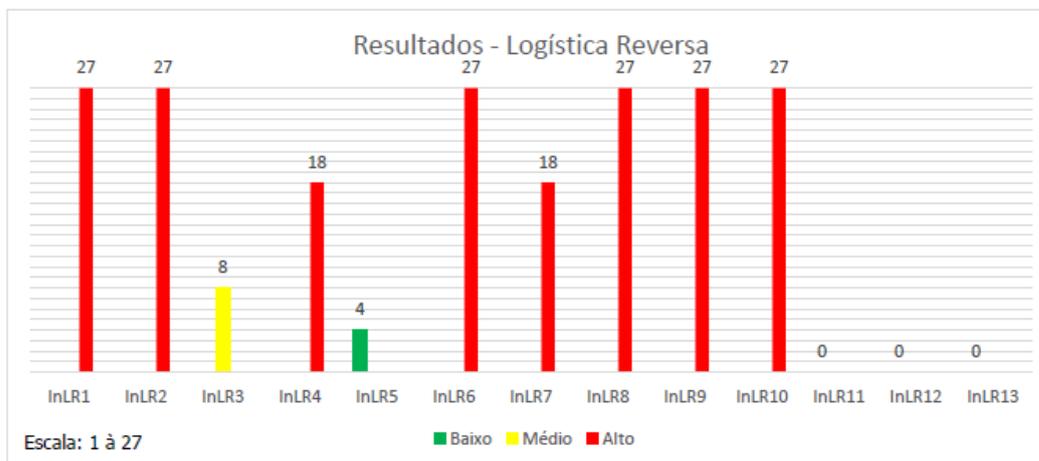
4.4.4 CONSÓRCIOS PÚBLICOS EM ARARAQUARA

Assim como a iniciativa de compostagem, não foi encontrado consórcio público ou qualquer outra natureza de consórcio no setor de resíduos sólidos em Araraquara.

4.4.5 LOGÍSTICA REVERSA EM ARARAQUARA

A Figura 12 ilustra os resultados obtidos para a iniciativa de logística reversa em Araraquara.

Figura 12 - Resultados da ferramenta SAGReS para a iniciativa de logística reversa em Araraquara



Código	Indicador
InLR1	Existência de canais de comunicação
InLR2	Existência de parceria da logística reversa com a catação de recicláveis
InLR3	Existência de rede ou consórcio para implantação e manutenção da logística reversa
InLR4	Taxa de eficiência da recuperação
InLR5	Existência de legislação para logística reversa
InLR6	Quantidade (kg ou %) de material recuperado em relação ao recebido
InLR7	Existência de tecnologias e inovação de processo
InLR8	Existência de controle financeiro da logística reversa
InLR9	Quantidade de impactos ambientais minimizados
InLR10	Existência de caracterização e controle de riscos identificados

Fonte: autora

Em relação à essa iniciativa, são poucas as informações sobre as redes de logística do município. As informações se concentram nos sistemas para os resíduos que são obrigados a serem coletados por meio da logística reversa. Para esses resíduos, são apresentados, em alguns casos, dados numéricos referentes à cada um.

Como pode ser observado na Figura 12, os indicadores referentes aos canais de comunicação, parceria da logística reversa com cooperativas, taxa de eficiência de recuperação, quantidade de material recuperado, tecnologias e inovação de processo, controle financeiro, impactos ambientais minimizados e caracterização e controle dos riscos identificados, obtiveram pontuação máxima, o que significa que essas atividades ou serviços tem baixa probabilidade de serem realizados, uma vez que não foram encontradas informações sobre os referidos assuntos no plano ou em

qualquer outro documento do município.

No que se refere às legislações, o município possui algumas: Lei Municipal 7.459/2011, que dispõe sobre programa de coleta, tratamento e reciclagem de óleos vegetais; Lei Municipal 7.465/2011, que dispõe sobre a responsabilidade da destinação de pilhas, baterias e lâmpadas usadas e demais produtos eletroeletrônicos e; Lei municipal 6.052/2003, que dispõe sobre a autorização da celebração de convênio com a ANIP – Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos para desenvolver ações conjuntas visando a destinação ambientalmente adequada dos pneumáticos inservíveis.

Para a coleta de óleos vegetais, o município possui parceria com a cooperativa de catadores e, no ano de 2012, 10.380 kg de óleo de gordura vegetal foram coletados e vendidos (GUATAPARÁ, 2013).

No que se refere aos resíduos eletroeletrônicos, foi explicado que um plano de gerenciamento para esse tipo de resíduo estava em construção, porém não foi encontrado em meios digitais (GUATAPARÁ, 2013).

Em relação aos pneus, em 12 de agosto de 2008, a prefeitura municipal e o DAAE assinaram um convênio com a Associação ReciclANIP, uma entidade que realiza a logística reversa de pneus inservíveis. Esse convênio desenvolve ações conjuntas com o intuito de proteger o meio ambiente por meio da destinação ambientalmente adequada dos pneus (GUATAPARÁ, 2013).

O plano apresenta como meta de responsabilidade dos geradores, estruturar e implementar sistema de logística reversa para resíduos considerados de significativo impacto ambiental. Como responsabilidade das empresas, o plano traz a meta propor legislação específica para incentivar a logística reversa de móveis estofados inservíveis, por meio de vendas e do recolhimento do móvel antigo quando da compra de um novo, se for o desejo do comprador.

Como responsabilidade do poder público municipal, o plano traz como diretriz o incentivo aos processos de implantação da logística reversa, estabelecidas nos acordos setoriais de cada cadeia produtiva.

4.4.6 DISCUSSÃO GERAL PARA AVALIAÇÃO EM ARARAQUARA

Nessa etapa da pesquisa, observou-se as principais lacunas com o uso da ferramenta SAGReS. A partir disso, os problemas encontrados foram sanados e uma segunda versão da ferramenta foi finalizada, para a aplicação no município de São Carlos.

A principal mudança foi para o caso dos municípios que realizam a atividade relacionada à iniciativa, mas a mesma não é realizada dentro da área de abrangência do município. Por exemplo, na nova versão da ferramenta ficou explicado que, para municípios que enviam os rejeitos ao aterro sanitário, o gestor deverá avaliar essa iniciativa com base nas informações do aterro em que sua cidade dispõe os rejeitos. Nesse caso, o município de Araraquara teve a avaliação do aterro referente ao aterro do município de Guatapar, SP.

Dessa forma, para outros estudos, os indicadores desta ferramenta podem considerar “aterro sanitário compartilhado” e não, necessariamente, sua existência município.

O mesmo raciocínio deve ser aplicado para as demais iniciativas. Se por exemplo um município envia seus resíduos orgânicos para uma usina de compostagem em outra cidade, o gestor então deverá avaliar a iniciativa com base nas informações da usina que recebe esses resíduos.

Os indicadores, em sua maioria, tiveram caráter qualitativo, pois as iniciativas de aterro sanitário e compostagem são dotados de parâmetros quantitativos, como se observa, respectivamente, pelo IQR e IQC nos Anexos I e II da CETESB (2019).

Para as outras iniciativas, os indicadores foram definidos de acordo com os aspectos mais relevantes encontrados durante a RBS. Contudo, esses indicadores podem ser melhorados e os gestores que utilizam a ferramenta, podem incluir novos durante a avaliação.

No que se refere à avaliação dos indicadores por especialistas, é importante ressaltar que, a quantidade de especialistas que avaliaram cada iniciativa poderia ter sido ampliada (em média, dois especialistas por iniciativa), mas cabe esclarecer que esta atividade não havia sido prevista e foi inserida para subsidiar a pesquisadora na concepção do sistema.

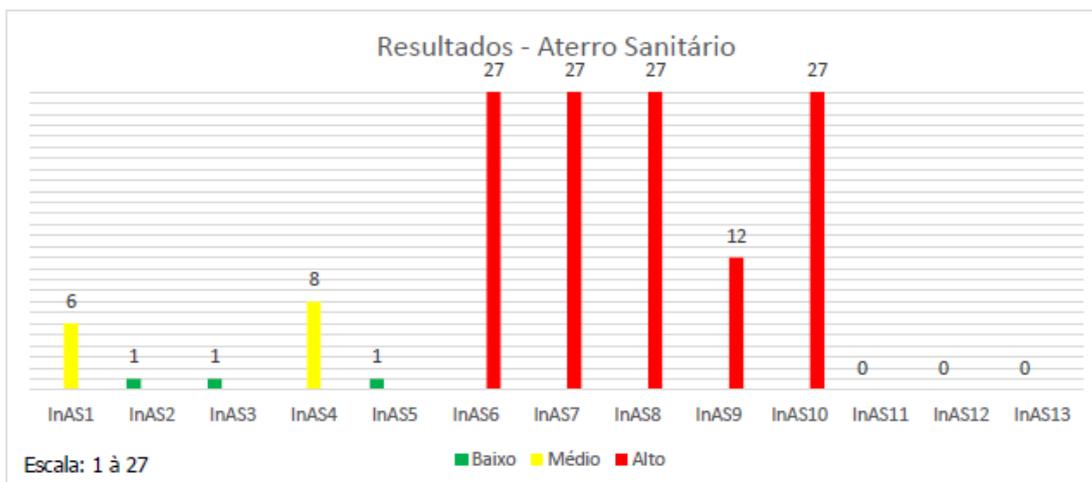
Quanto às limitações para a aplicação em Araraquara, pode-se afirmar que uma delas foi a ausência de avaliação nas iniciativas de compostagem e consórcio público. Ambas as iniciativas não são realizadas no município, contudo essa informação só foi observada depois de iniciar a aplicação. Dessa forma, não foi possível investigar falhas e dificuldades nos indicadores dessas duas iniciativas.

O levantamento das informações foi baseado em meio digital e não foram efetuadas visitas em campo e entrevistas com gestores públicos para coleta de dados. A principal fonte de dados atualizados foi o PMGIRS, elaborado no ano de 2013.

4.4.7 ATERRO SANITÁRIO EM SÃO CARLOS

A Figura 13 ilustra os resultados obtidos pela avaliação do aterro sanitário do município de São Carlos.

Figura 13 - Resultados da ferramenta SAGReS para a iniciativa de aterro sanitário em São Carlos



Código	Indicador
InAS1	Existência de política ambiental
InAS2	Existência de controle de custos da operação do aterro
InAS3	Classificação do IQR
InAS4	Existência de consulta a população residente nas proximidades do aterro para identificação de problemas ambientais
InAS5	Existência de programas e campanhas socio educativas, visitas monitoradas (funcionários e público externo)
InAS6	Existência de realização de exames periódicos e preventivos para funcionários da operação do aterro
InAS7	Nível de utilização de EPIs nos funcionários
InAS8	Nível do ruído do local
InAS9	Existência de materiais de cobertura nas vias de acesso
InAS10	Existência do controle de poeiras

Fonte: autora

Para essa iniciativa, alguns indicadores obtiveram pontuação alta, o que significa que os gestores devem dar uma atenção especial para os mesmos.

Segundo o PMGIRS do município, até 2011 era operado o Aterro Sanitário Guaporé, e, posteriormente, em 2013, o aterro sanitário de São Carlos teve sua atividade iniciada. Entre 2011 e 2013, os resíduos gerados no município foram destinados a um aterro privado no município de Guataporá, enquanto o aterro Guaporé foi utilizado como área de transbordo.

A coleta de resíduos domiciliares ocorre em 100% da área urbana do município, a qual possui frequência diária ou alternada (três dias na semana).

O aterro de São Carlos é uma parceria público privada entre a prefeitura municipal e a empresa São Carlos Ambiental, em que para os resíduos domiciliares, essa parceria abrange a coleta, transporte e a operação do aterro sanitário. A empresa responsável é pertencente ao grupo Solví, que apresenta diversos programas e atividades voltadas para o âmbito socioambiental, assim como política anticorrupção, compromisso com ética e integridade, código de conduta, entre outros.

Para o sistema de gestão, o grupo possui três políticas: Política da Qualidade; Saúde e Segurança e; Política do Meio Ambiente. Cabe destacar que todas essas informações foram obtidas pelo site do grupo Solví, e não são específicas e únicas para a empresa São Carlos Ambiental.

A política ambiental define diretrizes e objetivos ambientais para suas empresas. Contudo, tais diretrizes não foram abordadas no documento de uma página, somente 4 objetivos que abordam os seguintes assuntos: desenvolvimento de atividades de destinação de resíduos; atendimento a legislações; monitoramento de impactos ambientais e; promoção da comunicação dos resultados ambientais da empresa (SOLVÍ, 2019).

Diante disso, a política ambiental, apesar de existir, poderia passar por uma revisão para ser aprimorada ou então, a empresa São Carlos Ambiental poderia desenvolver uma nova política exclusiva para a unidade de São Carlos.

Com a São Carlos Ambiental, a prefeitura gastou até 31 de outubro de 2019 mais de 19 milhões de reais para a execução dos serviços de limpeza pública e contratação de parcerias público-privadas para a concessão dos serviços públicos de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos. O gasto total dos serviços envolvidos na gestão de resíduos sólidos foi de mais de 29 milhões de reais, até outubro de 2019. Esses valores evidenciam a elevada disponibilidade de recursos para a coleta, transporte e disposição final dos resíduos urbanos (SÃO CARLOS, 2019).

Por essa razão, o plano apresenta alguns exemplos de municípios que cobram pelo serviço de manejo dos resíduos sólidos, como ocorre com Araraquara, Uberlândia, Sorocaba, entre outros. São Carlos não aderiu à essa cobrança, mas, segundo o plano, essa possibilidade pode ser estudada com maior profundidade no futuro.

No que se refere ao Índice de Qualidade do Aterro (IQR), desde 2017, o aterro

sanitário de São Carlos atinge nota máxima na avaliação, sendo assim, uma referência para outros municípios (CETESB, 2019).

Sobre a existência de consulta à população para identificação de problemas ambientais no entorno, não foram encontradas informações que afirmassem a existência desse tipo de atividade, somente iniciativas socioambientais para educação ambiental. Entretanto, foi explicado no plano que durante a elaboração do mesmo, foi disponibilizado no site da prefeitura municipal de São Carlos, um formulário para a população participar dessa elaboração, enviando dúvidas, sugestões e críticas, as quais foram lidas, respondidas e incorporadas no PMGIRS quando possível.

Segundo o PMGIRS, o município de São Carlos não possui um programa de educação ambiental para resíduos sólidos. Contudo, existem iniciativas na área da educação, principalmente por meio de professores que trabalham na rede regular de ensino, com temáticas relacionadas à água, compostagem e reciclagem.

Foi encontrada uma reportagem de outubro de 2019 sobre o aterro possuir o Centro de Educação Ambiental dentro de sua planta, onde são oferecidas palestras aos visitantes. Ainda, o centro possui um programa chamado “Portas Abertas”, onde recebe visitas monitoradas às instalações de operação do aterro, de alunos de escolas e universidades, com uma média de 300 visitas por ano (ESCRIVANI, 2019).

Na referida reportagem, foi exposto que no dia 4 de outubro de 2019, houve uma apresentação das atividades do centro de educação ambiental, de projetos de responsabilidade socioambiental realizados pela empresa, esclarecimentos sobre a gestão ambiental do empreendimento e visita técnica nas operações do aterro, tudo isso oferecido a educadores, autoridades, imprensa, membros da comissão que elaborou o PMGIRS, um grupo de catadores da cooperativa do município, munícipes e colaboradores da empresa.

Além dessa, também foi encontrada uma reportagem sobre a participação da cidade no Programa Parceria Cidadã com a Sociedade (PPCS), uma ferramenta social do grupo Solví, utilizada para nortear o relacionamento com o público, e, em especial, com as comunidades do entorno de cada planta (SOLVÍ, 2019).

No dia 21 de novembro de 2019, a unidade de São Carlos realizou um seminário no Campus 2 da USP, em parceria com o curso de Engenharia Ambiental

da universidade. Além disso, por meio de uma gincana de coleta de recicláveis em 3 escolas de São Carlos, a empresa, em parceria com a Cooperativa Coopervida, sensibilizou as crianças para a prática da coleta seletiva (SÃO CARLOS AMBIENTAL, 2019).

Não foi encontrada, em plataforma on-line, qualquer informação referente à existência de realização de exames periódicos e preventivos para os funcionários do aterro ou se existe uma forma de controle e fiscalização da utilização de EPIs pelos funcionários. Apesar disto, o plano apresenta uma tabela com os procedimentos operacionais e especificações para o manejo dos resíduos sólidos urbanos, no qual foi citada a ABNT NBR 15.292:2013 sobre utilização de equipamentos de proteção individual, como uniformes, luvas, botinas, coletes reflexivos, óculos de proteção, entre outros. Contudo, essas informações são apresentadas somente para a etapa de coleta.

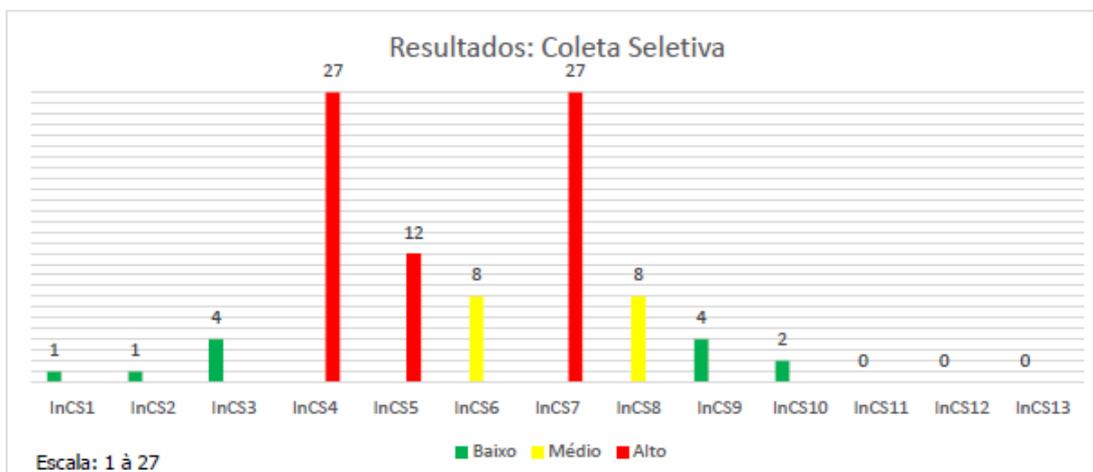
Não foram encontradas informações quanto ao controle de ruídos no local, existência de controle de poeiras e material sobre cobertura nas vias de acesso pelo recobrimento dos resíduos com solo.

A partir das imagens de satélites apresentadas no próprio PMGIRS, observou-se que a localização do aterro é próxima à uma rodovia, portanto, o acesso até o aterro sanitário tem cobertura com asfalto.

4.4.8 COLETA SELETIVA EM SÃO CARLOS

A Figura 14 ilustra os resultados obtidos por meio da avaliação da coleta seletiva do município de São Carlos.

Figura 14 - Resultados da ferramenta SAGReS para a iniciativa de coleta seletiva em São Carlos



Código	Indicador
InCS1	Existência do tópico "Coleta seletiva" no PMGIRS
InCS2	Existência de parcerias para o funcionamento da coleta seletiva
InCS3	Existência de canais de participação da sociedade civil e de organizações de catadores na gestão da coleta seletiva
InCS4	Nível das condições de trabalho sob a ótica do cooperado
InCS5	Existência de acompanhamento e análise da separação na cooperativa
InCS6	Existência de planejamento e apoio a capacitação dos catadores
InCS7	Existência de levantamento e controle das causas de absenteísmo
InCS8	Quantidade (Kg ou %) de materiais aproveitados pela coleta seletiva (excluindo os rejeitos)
InCS9	Existência de diversificação na cooperativa
InCS10	Porcentagem da abrangência da coleta seletiva no município

Fonte: autora

A coleta seletiva no município é realizada institucionalmente pela COOPERVIDA (Cooperativa de trabalho de catadores de materiais de São Carlos) desde 2010 e o tema é amplamente abordado no PMGIRS.

Em relação à existência de parcerias, a Coopervida possui um contrato de prestação de serviço com a prefeitura, em que fica estabelecida a responsabilidade pela realização da coleta, triagem e comercialização de materiais recicláveis. Em troca, é fornecido à cooperativa uma infraestrutura para desenvolvimento das atividades e pagamento com base em metas estabelecidas no contrato (SÃO CARLOS, 2019).

Além disso, existe uma parceria com estabelecimentos que geram elevada quantidade de resíduos, como as universidades USP e UFSCar, alguns condomínios residenciais, bancos, entre outros.

Cabe destacar que, sobre as parcerias, os resíduos que chegam para a triagem são coletados somente por catadores da cooperativa, pois a mesma não possui parceria com catadores autônomos.

Em relação aos canais de participação da sociedade civil, foi identificado no PMGIRS que, na igreja São João Batista, são oferecidas palestras sobre cooperativismo, EPIs e associação para pessoas que desejam atuar como catadores autônomos. Contudo, não foram identificados canais de participação para a sociedade em geral, como palestras, encontros e reuniões que abordem temas relacionados à coleta seletiva.

Não foi identificada forma de observação dos níveis de trabalho sob a ótica do cooperado, como questões ergonômicas, utilização de EPIs entre outros. Ainda, as causas de absenteísmo não foram identificadas.

Sobre a existência de acompanhamento e análise da separação na cooperativa, o plano explica que os materiais não são pesados, tanto os passíveis de reciclagem, quanto os rejeitos que são enviados ao aterro sanitário. A pesagem ocorre somente no momento da venda dos materiais, realizado por parte dos interessados.

Em relação ao planejamento e apoio à capacitação de catadores, não foi encontrado no PMGIRS um planejamento de atividades ou cronograma de cursos de capacitação para os mesmos. Contudo, foram abordadas algumas iniciativas que beneficiam esses profissionais. Um deles é o projeto de extensão ETAPES que elaborou um diagnóstico com planejamento estratégico da cooperativa, e busca financiamento para obtenção de equipamentos e fornecimento de capacitação. Além disso, o Fundo Social de Solidariedade em parceria com o Rotary, buscam recursos para fornecimento de uniformes, EPIs e carrinho para as atividades de coleta e transporte dos resíduos.

A cooperativa estima que os materiais coletados estejam próximos de 100 toneladas por mês de resíduos possíveis de serem reciclados, incluindo nesse valor os rejeitos que são enviados ao aterro sanitário.

Segundo os cooperados, a quantidade de rejeitos que chega na central de triagem é muito grande, principalmente pela separação incorreta de resíduos pela população e pela presença de resíduos sujos. Ainda, foi relatado o recebimento de

resíduos perigosos como pilhas, baterias, lâmpadas, entre outros. A cooperativa afirmou que tais resíduos quando encontrados na triagem, são destinados ao aterro sanitário, quando na verdade, deveriam ser destinados à logística reversa.

Mediante o exposto, fica claro a importância da cooperativa realizar parcerias com as instituições que realizam a logística reversa, uma vez que essa comunicação traz benefícios para ambas as partes. Caso contrário, os resíduos perigosos acabam por ser destinados de forma incorreta ao aterro, gerando passivos ambientais graves, enquanto que as instituições de logística reversa perdem materiais que poderiam ser reaproveitados por eles.

Por fim, a abrangência da coleta seletiva, segundo cooperados, é de 30% a 40% na área urbana, não havendo coleta seletiva na área rural.

4.4.9 COMPOSTAGEM EM SÃO CARLOS

Sobre a compostagem, o plano apresenta que não há coleta separada para destinação adequada de resíduos orgânicos. Em 2013, houve uma consulta pública organizada pela câmara municipal do município para institucionalização da compostagem, onde apenas 1,2% dos participantes não foram favoráveis.

Além disso, os resíduos de poda até o ano de 2019 eram encaminhados para o pátio da garagem municipal onde eram triturados diariamente e encaminhados para a horta municipal, onde passavam pelo processo da compostagem. Posteriormente, o adubo resultante da compostagem era utilizado na forração do solo e na restauração de plantios públicos.

Contudo, a horta municipal parou de receber esses resíduos e, segundo o plano, a Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento pretende realizar uma reestruturação da horta e estufas agrícolas, sem previsão de retorno das atividades de compostagem.

4.4.10 CONSÓRCIOS PÚBLICOS EM SÃO CARLOS

Sobre os consórcios públicos, o PMGIRS apresenta que o município declarou em 2016 não possuir intenção de adotar esse tipo de solução, devido aos desafios

relacionados à coordenação dos trabalhos entre diversos municípios. Portanto, não foi possível realizar a avaliação dessa iniciativa.

Os consórcios públicos apresentam diversas vantagens em sua aplicação e possuem respaldo jurídico por meio da Lei nº 11.107/2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos.

4.4.11 LOGÍSTICA REVERSA EM SÃO CARLOS

A Figura 15 ilustra os resultados obtidos por meio da avaliação da logística reversa no município de São Carlos.

Figura 15 - Resultados da ferramenta SAGReS para a iniciativa de logística reversa em São Carlos



Código	Indicador
InLR1	Existência de canais de comunicação
InLR2	Existência de parceria da logística reversa com a catação de recicláveis
InLR3	Existência de rede ou consórcio para implantação e manutenção da logística reversa
InLR4	Taxa de eficiência da recuperação
InLR5	Existência de legislação para logística reversa
InLR6	Quantidade (kg ou %) de material recuperado em relação ao recebido
InLR7	Existência de tecnologias e inovação de processo
InLR8	Existência de controle financeiro da logística reversa
InLR9	Quantidade de impactos ambientais minimizados
InLR10	Existência de caracterização e controle de riscos identificados

Fonte: autora

Os canais de comunicação sobre logística reversa não são tão evidentes como para outras iniciativas. Existem algumas campanhas e parcerias no município para que os resíduos perigosos e passíveis de logística reversa sejam destinados aos locais de coleta, porém a divulgação se restringe, quase que em totalidade, no ambiente universitário.

Entretanto, o próprio PMGIRS traz informações importantes e de interesse da população como pontos de coleta de todos os tipos de resíduos passíveis de logística reversa no município.

Não foram identificadas parcerias entre catadores e sistemas de logística reversa no município. Os resíduos em sua maioria, são recolhidos por meio de pontos de entrega voluntária, ou seja, não há intervenção de catadores. Além disso, na avaliação da coleta seletiva foi possível observar que os resíduos perigosos que chegam na triagem, são destinados ao aterro sanitário, justamente por não haver uma parceria com os catadores e cooperativa. A única parceria identificada foi sobre a cooperativa receber óleo comestível usado da população, em que é vendido para um produtor de biodiesel.

Quanto à existência de redes de logística reversa, o município possui diversas parcerias para promover essa iniciativa. O plano a apresenta detalhadamente para os principais resíduos de significativo impacto ambiental. Para alguns resíduos, existem acordos setoriais, como ocorre com os óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, embalagens em geral, entre outros, além dos termos de compromisso assinados, como para as pilhas, resíduos eletroeletrônicos, filtros usados de óleo lubrificante automotivo, baterias automotivas, óleo comestível, entre outros.

Observou-se também parceria com outros municípios uma vez que diversos resíduos da logística reversa são enviados a empresas de outras cidades com a finalidade de serem reaproveitados.

Em relação à taxa de eficiência da logística reversa, as informações apresentadas no plano são referentes, principalmente, às quantidades brutas de resíduos coletados e destinados à logística reversa, geralmente em kg, porém não existem dados do quanto desse material realmente foi aproveitado.

No município, há duas leis sobre implementação de sistemas de logística

reversa. A primeira delas é a Lei nº 15.828 de 21 de setembro de 2011, que delibera sobre o sistema de logística reversa no âmbito da prefeitura e na câmara municipal, instituindo a responsabilidade do licitante e/ou do contratado pela prefeitura, de retirar os produtos ou embalagens na sede da contratante, para uma destinação ambientalmente adequada, englobando também os sistemas previstos na PNRS em seu artigo 33.

A segunda Lei é a de nº 17.412 de 8 de abril de 2015, que tem como objetivo o gerenciamento e destinação dos resíduos sólidos no município utilizando o instrumento da logística reversa, obrigando a integração deste sistema para os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, também dos setores produtivos citados no artigo 33 da PNRS, além de sofás e mobílias.

Vale destacar que, apesar dos medicamentos vencidos ou em desuso e suas embalagens não possuírem acordo setorial ou termo de compromisso no estado de São Paulo, o município possui a Lei municipal nº 15.647/2015 que dispõe sobre a obrigatoriedade das farmácias a disponibilizarem recipientes para recolhimento de medicamentos vencidos.

Quanto à porcentagem do material recuperado, assim como a taxa de eficiência da recuperação, não foram possíveis de serem identificadas, pois as informações encontradas foram somente a respeito das quantidades destinadas à logística reversa, e não à quantidade de materiais que de fato foram reaproveitados.

Sobre as tecnologias e inovação de processos, não foi encontrada informação sobre atividades da prefeitura e de organizações que estejam empenhadas em realizar melhorias no processo. Entretanto, por abrigar duas universidades, existem pesquisas desenvolvidas e em desenvolvimento relacionados ao tema e que podem servir para auxiliar no melhoramento da iniciativa.

Não foram encontrados dados sobre o controle financeiro da logística reversa dos resíduos no município. Acredita-se que esse controle é realizado pelas empresas responsáveis, contudo, não foi identificado canal municipal que compilasse todas essas informações em um único lugar.

A quantidade de impactos minimizados também não foi encontrada no plano, assim como em outros documentos do município.

A existência de identificação de risco não foi abordada de forma clara no

PMGIRS. Apesar disso, o plano apresenta uma matriz *SWOT* para a iniciativa de logística reversa, apontando os pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças.

4.4.12 DISCUSSÃO GERAL PARA AVALIAÇÃO EM SÃO CARLOS

O SAGReS passou por ajustes, visando aprimorar a estrutura do sistema. Portanto, a aplicação no município de São Carlos foi realizada com a versão melhorada da ferramenta.

Os resultados obtidos por meio dessa avaliação sugerem que é possível que a gestão e gerenciamento das iniciativas estudadas sejam melhorados no município de São Carlos.

Assim, como Araraquara, o município de São Carlos não possui atividades para compostagem e consórcio público. Essas informações só foram encontradas posteriormente ao início dos estudos sobre a GRSU do município. Portanto, não foi possível mudar a aplicação para um município que realizasse todas as iniciativas.

Ademais, as informações necessárias para a realização da avaliação das iniciativas foram todas obtidas por meio digital, seja pelo PMGIRS, seja por outros diversos documentos que apresentavam informações importantes.

Dado o exposto, alguns indicadores com baixa pontuação podem não estar refletindo a realidade, visto que a obtenção de dados foi por meio digital.

Vale ressaltar que a ferramenta foi elaborada para o gestor avaliar o desempenho de atividades e serviço por indicadores qualitativos e não teve o intuito de comparar os resultados entre municípios. Os resultados observados com avaliação negativa servem, também, para que o município procure analisar tais observações e buscar a divulgação de dados pela mídia digital.

O PMGIRS estava em fase de finalização antes de se tornar lei municipal. Observou-se que o documento trouxe informações condizentes com a PNRS.

O SAGReS não apresentou falhas durante a aplicação e, como esperado, apontou as demandas na gestão de RSU em São Carlos.

5 CONCLUSÕES

A elaboração do sistema proposto, denominado SAGReS, permitiu a avaliação da gestão dos resíduos sólidos urbanos no contexto nacional. Sua primeira aplicação permitiu refinamento da ferramenta, de forma a possibilitar, na segunda aplicação, a identificação de falhas na gestão de RSU, na área urbana de São Carlos.

A maior contribuição científica deste trabalho foi a concepção do sistema, contendo 50 indicadores qualitativos, aplicáveis a qualquer município brasileiro, com interesse ao monitoramento da gestão de seus resíduos pelas iniciativas analisadas (aterro sanitário, coleta seletiva, consórcio público, compostagem e logística reversa).

Este instrumento foi estruturado em planilha *Excel* com programação VBA (*Visual Basic for Applications*) e o *dashboard* com os indicadores avaliados ilustra aqueles que necessitam de maior atenção do gestor do serviço em análise. A ferramenta foi construída para ser utilizada por qualquer pessoa que tenha um computador, de forma simples e intuitiva. Contudo, apenas a pesquisadora aplicou a ferramenta, o que não permite afirmar que de fato a ferramenta é de fácil utilização.

Os maiores desafios desta pesquisa foram a falta de dados sobre as iniciativas recomendadas pela PNRS, a escassa quantidade de trabalhos científicos e técnicos com indicadores qualitativos, e, sobretudo, a ausência de instrumentos elaborados especificamente para avaliação da gestão de RSU no país. Isto poderia servir como referência preliminar a este estudo.

Para o aprimoramento da avaliação, conclui-se que visitas técnicas às operações do aterro sanitário, bem como entrevistas aos gestores, sejam realizadas para o uso do SAGRES. Além disto, esta ferramenta se torna útil quando utilizada continuamente pelo gestor do serviço público (autarquia, empresa terceirizada) e demais interessados (agências reguladoras, consultores, estudantes, técnicos do poder público).

Há tendência em monitorar a gestão de RSU por indicadores, o que implica no uso de mecanismos para avaliação de resultados e transparência para sociedade, em relação ao que foi planejado. O SAGReS é um exemplo que pode ser aprimorado com dados quantitativos e melhor direcionado aos anseios do gestor destas iniciativas.

6 SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

Para futuras pesquisas, recomenda-se:

- Inserção de indicadores quantitativos e aperfeiçoamento da ferramenta, do ponto de vista técnico, por especialistas em programação e computação, com o intuito de ampliar a visão do gestor;

- Estudo de novos indicadores que atendam a aspectos relacionados às esferas política, social, cultural, social, ambiental, econômica, para garantir atributos da gestão integrada e do desenvolvimento sustentável à ferramenta concebida;

- Novos estudos podem aplicar a ferramenta em cenários com consórcios públicos e compostagem, cujas iniciativas não foram avaliadas no sistema;

- Para cada um dos 50 indicadores da ferramenta, pode ser inserida opções onde o gestor poderá procurar as informações secundárias necessárias para avaliar o indicador;

- Detalhamento de plano de ação a cada iniciativa, conforme grau do indicador avaliado, identificando pontualmente aquelas mais urgentes e outras a longo prazo, para prevenção de aspectos negativos à gestão;

- A ferramenta desenvolvida não é capaz de gerar um resultado geral da situação da gestão dos RSU do município. Para isso, pode ser desenvolvido um índice global por iniciativa ou por município, que possibilitasse apresentar um único resultado que leve em consideração todos os indicadores. Por exemplo, para o município de Araraquara, o índice global poderia gerar um valor que representasse a situação geral de cada uma das iniciativas para o município, e ao final, um valor para a situação geral da gestão de RSU do mesmo.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ABREU, G.R.O.; MENDES, T.A. Software para gestão de resíduos sólidos da construção civil. **Revista Tecnica**. V. 1, n. 2, p. 79-96, 2016.

AGÊNCIA SENADO. **Senadores aprovam prorrogação do prazo para fechamento dos lixões**. 2015. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2015/07/01/senadores-aprovam-prorrogacao-do-prazo-para-fechamento-dos-lixoes> Acesso em: 8 de nov. de 2018.

ALIGLERI, L. M. **Adoção de ferramentas de gestão para a sustentabilidade e a sua relação com os princípios ecológicos nas empresas**. 2011. Tese (Doutorado em Administração) – Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ANDRADE, S. L.; LIMA, G. E. A logística reversa e o enfrentamento do fenômeno da obsolescência programada. **Revista de Direito da Cidade**. V.10, n.2, p. 1236-1255, 2018.

ARANTES, F. **Os resíduos sólidos domiciliares no município de Guarulhos: análise das variáveis Eficiência e Sustentabilidade na gestão do aterro sanitário**. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

ARARAQUARA. **Lei nº 6.052 de 10 de outubro de 2003**. Autoriza a celebração de convênio com a associação nacional da indústria de pneumáticos - ANIP e dá outras providências. Prefeitura Municipal de Araraquara, 2003.

_____. **Lei nº 7.459**. Institui o programa de coleta, tratamento e reciclagem de óleos vegetais e dá outras providências. Prefeitura Municipal de Araraquara, 2011.

_____. **Lei nº 7.465 de 19 de maio de 2011**. Dispõe sobre a responsabilidade da destinação de pilhas, baterias e lâmpadas usadas e demais produtos eletro-eletrônicos; estabelece a obrigatoriedade de instalação de caixas coletoras para produtos em desuso e dá outras providências. Prefeitura Municipal de Araraquara, 2011.

_____. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Prefeitura Municipal de Araraquara. SP, 2013.

ASLI, M.F.; GRAMARI, M.A.K. Evaluation of Sahand New Town based on sustainability indicators. **Life Science Journal**. v. 10, n. 4, p. 324-330, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. Ed. Especial 15 anos. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, p. 75, 2004.

_____. **NBR 10005: Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, p. 16, 2004.

_____. **NBR 10006: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, p. 3, 2004.

_____. **NBR 10007: Amostragem de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, p. 21, 2004.

_____. **NBR 15.292: Vestimenta de segurança de alta visibilidade**. Rio de Janeiro, p. 23, 2013.

_____. **NBR 8419. Apresentação de projetos de aterros**. Rio de Janeiro, p.7, 1992.

AZEVEDO, J. L. **A economia circular aplicada no Brasil: uma análise a partir dos instrumentos legais existentes para a logística reversa**. Congresso Nacional de excelência em gestão. ISSN: 1984-9354, 2015.

BAPTISTA, V.F. As políticas públicas de coleta seletiva no município do Rio de Janeiro: onde e como estão as cooperativas de catadores de materiais recicláveis? **Revista de Administração Pública**. V.46, n.1, p.141-164, 2015.

BARREIRA, L.P. **Avaliação das usinas de compostagem do estado de São Paulo em função da qualidade dos compostos e processos de produção**. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de Metodologia**

Científica. 3. Ed. São Paulo: Editora Pearson Prentice Hall, 2007.

BERETON, P. *et al.* Lessons from Applying the Systematic Literature Review Process within the Software Engineering Domain. **The Journal of System and Software**, v. 80, p.571-583, 2007.

BERNARDO, M.; LIMA, R.S. Usin action reaserch to implemet selective waste collection program in a Brazilian city. **Systemic Practice and Action Reaserch**. V.30, p.593-608, 2017.

BESEN, R.R. *et al.* **Gestão da coleta seletiva e de organizações de catadores: indicadores e índices de sustentabilidade**. 1.ed. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública/USP, 2016.

BIOLCHINI, J. *et al.* Systematic review in software engineering. **System Engineering and Computer Science Department COPPE/UFRJ, Technical Report ES**, v. 679, n. 5, p. 45, 2005.

BIOLCHINI, J.C.A. *et al.* Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. **Advanced Engineering Informatics**, v.21, n.2, p.133-151, 2007.

BONJARDIM, E.C.; PEREIRA, R.S.; GUARDABASSIO, E.V. Análise bibliométrica das publicações em quatro eventos científicos sobre gestão de resíduos sólidos urbanos a partir da Política Nacional de Resíduos Sólidos – Lei nº 12.305/2010. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. V. 46, p. 313-333, 2018.

BRASIL. **Decreto nº 5.940 de 25 de outubro de 2006**. Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências. Brasília, 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5940.htm>

_____. **Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010**. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm>

_____. **Decreto nº 7.405 de 23 de dezembro de 2010**. Institui o Programa Pró-Catador, denomina Comitê Interministerial para

Inclusão Social e Econômica dos Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis o Comitê Interministerial da Inclusão Social de Catadores de Lixo criado pelo Decreto de 11 de setembro de 2003, dispõe sobre sua organização e funcionamento, e dá outras providências. Brasília, 2010b.

_____. **Lei nº 11.107 de 6 de abril de 2005.** Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências. Brasília, 2005. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11107.htm Acesso em 8 de nov de 2019

_____. **Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007.** 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 no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília, 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm

_____. **Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20072010/2010/Lei/L12305.htm Acesso em 8 de nov de 2018.

_____. **Ministério do Desenvolvimento Regional.** Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2018. p. 247, Brasília, 2019.

_____. **Resolução CONAMA nº 237,** 19 de dezembro de 1997. Acesso em: 3 de fev de 2020. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>

_____. **Resolução CONAMA nº 404,** 11 de novembro de 2008. Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos. Acesso em: 3 de fev de 2020. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=592>

BRIGHENTI, J.R.; ZANDONADE, E.; GUNTHER, W.M.R. Selection and validation of indicators for programs selective collection evaluation with social inclusion. **Resources, Conservation and Recycling.** V. 55, p. 876-884, 2011.

BRKANAC, S.R. *et al.* Removal of landfill leachate toxicity and genotoxicity by two treatment methods. **Arh Hig Rada Toksikol.** V.65, p.89-99, 2014.

BRONDI, S.H.G. **Determinação de multiresíduos de agrotóxicos em águas de abastecimento do município de Araraquara:** Ribeirão das Cruzes, Ribeirão das Anhumas e Córrego do Paiól. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2000.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL - CEF. **Guia dos Consórcios Públicos** - O papel dos prefeitos e das prefeitas na criação e na gestão dos consórcios públicos. Brasília, 2011. (Caderno 1). Disponível em <http://www.caixa.gov.br/Downloads/consorcios-publicosguia/guia_consorcios_publicos_Vol1.pdf> Acesso em 20/09/2018.

CALDAS, E. L. CITRESU: Consórcio Intermunicipal de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos. 14p. In: LOTTA, G S.; BARBOZA, H.B; TEIXEIRA, M.A.C.; PINTO, V. (organizadores). **20 Experiências de Gestão Pública e Cidadania**. São Paulo: Programa Gestão Pública e Cidadania/FGV, 272p, 2003.

CARVALHO, J. L. V.; JESUS, S. C.; PORTELLA, R. B. Composição Gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares e comerciais do centro da cidade de Barreiras – BA. **Chão Urbano**. v. XII, p. 1 - 14, 2013. Disponível em: <<http://www.chaourbano.com.br/visualizarartigo.php?id=65>> Acesso em: 20 out. 2019

COLLARES, E.G. *et al.* Avaliação das unidades de triagem e compostagem de resíduos sólidos em municípios das sub-bacias hidrográficas do médio Rio Grande. **Ciência et Praxis**. V.3, n.6, p. 69-74, 2010.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos**. 2019. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/residuossolidos/wp-content/uploads/sites/26/2019/06/Invent%C3%A1rio-Estadual-de-Res%C3%ADduos-S%C3%B3lidos-Urbanos-2018.pdf>Acesso em fevereiro de 2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS (CNM). **Diagnóstico Nacional da Gestão Municipal de Resíduos Sólidos**. 2015. Disponível em: <https://www.cnm.org.br/cms/biblioteca_antiga/Diagn%C3%B3stico%20da%20Gest%C3%A3o%20Municipal%20de%20Res%C3%ADduos%20S%C3%B3lidos%202015.pdf>

CONFORTO, C. E.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. **Roteiro para revisão bibliográfica sistemática:** aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. Anais Congresso Brasileiro de Gestão de

Desenvolvimento de Produtos. **Anais...**2011.

CONSORZIO NAZIONALE IMBALLAGGI. - CONAI. **Packaging recovery in Italy: THE CONAI SYSTEM.** p. 1–12, 2013.

CRUZ, M. C. M. T *et al.* **Consórcios Intermunicipais: uma alternativa de Integração regional ascendente.** São Paulo: Polis: Programa Gestão Pública e Cidadania - EAESP/FGV, p. 96, 2001.

DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGENS (DER). **Rotas.** Disponível em:
<http://www.der.sp.gov.br/WebSite/Servicos/ServicosOnline/WebRotas.aspx#>
Acesso em junho de 2019.

DIAS, R.; ZAVAGLIA, T.; CASSAR, M. **Introdução à administração: Da competitividade à sustentabilidade.** São Paulo: Alínea, 2003.

DONATO, I.Z. **Movimento moderno, planejamento urbano e poder local em Araraquara/SP.** O processo de elaboração e implementação do primeiro plano diretor – 1950 a 1982. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Instituto de Arquitetura e do Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2014.

ESCRIVANI, M. **São Carlos Ambiental abre suas portas e recebe visita da sociedade.** [7 de outubro de 2019]. São Carlos: *São Carlos Agora.* Disponível em: <https://www.saocarlosagora.com.br/cidade/sao-carlos-ambiental-abre-suas-portas-e-recebe-visita-da-sociedade/118553/> Acesso em fevereiro de 2020.

ESTRE. **Relatório de Sustentabilidade.** 2017. Disponível em:
<http://189.20.158.148/wp-content/uploads/2018/08/Estre_RS_18_port.pdf>

EUROPEAN COMMISSION. Council Directive 1999/31/EC. Landfill of Waste. **Official Journal of the European Communities,** Belgium, 1999.

FALBO, P.P.C. **Gestão do saneamento básico por intermédio de consórcios intermunicipais com base na Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Dissertação (Mestrado Direito do Estado) – Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

FECHINE, R. **Indicadores de sustentabilidade como instrumentos para avaliação de programas de coleta seletiva na cidade de Salvador – BA.** Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, 2014.

FEHR, M.; CASTRO, M. S. M. V.; CALÇADO, M. Lixo biodegradável no aterro, nunca mais. **Revista Banas Ambiental**. v. 2, n.10, p.12-20, 2001.

FERNANDES, S. M. Revisão sistemática da literatura sobre as formas de mensuração do desempenho da logística reversa. **Gestão de Produção**. v. 25, n. 1, p; 175-180, 2018.

FERREIRA, C.F.A.; JUCÁ, J.F.T. Metodologia para avaliação dos consórcios de resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.22, n.3, p.513-521, 2017.

FERREIRA, F. *et al.* Assessment strategies for municipal selective waste collection schemes. **Waste Management**. V.59, p.3-13, 2017.

FERREIRA, S. *et al.* Economic and environmental impacts of the recycling system in Portugal. **J. Clean. Prod.** V.79, p.219–230, 2014.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

FOSTER, A.; ROBERTO, S.S; IGARI, A.T. **Economia circular e resíduos sólidos**: uma revisão sistemática sobre a eficiência ambiental e econômica. Encontro Internacional sobre gestão empresarial e meio ambiente. ISSN: 2359-1048, 2016.

FRANCESCHI, F.R.A. **A proposição e a avaliação da aplicação de indicadores de desempenho para planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos na bacia hidrográfica Tietê-Jacaré (UGRHI-13)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

FRATTA, K.D.S.A.; TONELI, J.T.C.L.; ANTONIO, G.C. Diagnosis of the management of solid urban waste of the municipalities of ABC Paulista of Brasil through the application of sustainability indicators. **Waste Management**. V. 85, p. 11-17, 2019.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Estruturação e Implementação de Consórcios Públicos de Saneamento**. Brasília: FUNASA, 2017. Disponível em <http://www.funasa.gov.br/web/guest/biblioteca-eletronica/publicacoes/engenharia-de-saude-publica> Acesso em 16/11/2018.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS (SEADE).

Informações dos municípios paulistas. 2019. Disponível em:
<<http://www.imp.seade.gov.br/frontend/#/>> Acesso em junho de 2019.

GALLARDO, A. *et al.* Comparison of different collection systems for sorted household waste in Spain. **Waste Management.** V.30, p. 2430-2439, 2010.

GAMBERINI, R. *et al.* Municipal solid waste management: identification and analysis of engineering indexes representing demand and costs generated in virtuous Italian communities. **Waste Management.** V.33, n.11, p.2532–2540, 2013.

GARCIA, G.C.; KISSIMOTO, K. O. **A relação entre economia circular e logística reversa:** um estudo bibliométrico. VII Simpósio de Iniciação Científica, Didática e de Ações Sociais. 2017.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D.T. **Métodos de Pesquisa.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GHESLA, P.L. *et al.* Municipal Solid Waste Management from the experience of São Leopoldo/Brazil and Zurich/Switzerland. **Sustainability.** v.10, 14p, 2018.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GOMES, L.P. *et al.* Avaliação ambiental de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos precedidos ou não por unidades de compostagem. **Engenharia Sanitária e Ambiental.** V.20, n.3, p.449-462, 2015.

GONÇALVES, A.T.T. *et al.* Urban solid waste challenges in the BRICS countries: a systematic literature review. **Ambiente e Água.** V.12, n.2, p.1-20, 2018.

GUATAPARÁ. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.** Guatapará, 2014.

GUIDONI, L.L.C. *et al.* Compostagem domiciliar: implantação e avaliação do processo. **Revista Tecno-Logia.** V.17, n.1, p.44-51, 2013.

HONDA, A.B. **Aplicação de ferramentas de gestão da qualidade em ambientes de serviços hospitalares:** Estudo de medidas de melhoria em Santa Casa de Misericórdia no interior do estado de São Paulo. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **IBGE Cidades: Araraquara (2018a)**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/araraquara/panorama>> acesso em: junho de 2019.

_____. – IBGE. **IBGE Cidades: São Carlos (2019)**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-carlos/panorama>> Acesso em: junho de 2019.

_____. – IBGE. **IBGE Cidades: São Carlos (2018b)**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-carlos/panorama>> Acesso em: junho de 2019.

_____. - IBGE. **Perfil dos Municípios Brasileiros 2015**. Disponível em <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=295942> Acesso em 24/04/2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE OPINIÃO PÚBLICA E ESTATÍSTICA (IBOPE). **Desinformação é maior dificuldade para a reciclagem no Brasil**. Disponível em: <<http://www.ibopeinteligencia.com/noticias-e-pesquisas/desinformacao-e-maior-dificuldade-para-a-reciclagem-no-brasil/>> Acesso em junho de 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **Diagnóstico dos Instrumentos Econômicos e Sistemas de Informação para Gestão de Resíduos Sólidos**. Relatório de pesquisa. Brasília, 2012. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7738/1/RP_Diagn%C3%B3stico_2012.pdf>

INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMICA APLICADA (IPEA). **Relatório de pesquisa sobre pagamento por serviços ambientais urbanos para a gestão de resíduos sólidos**. Diretoria de estudos políticos e regionais, urbanas e ambientais (Dirur). Brasília, 2010.

JACOBI, P.R.; BESEN, G.R. Solid Waste Management in São Paulo: The challenges of sustainability. **Estudos Avançados**, v.25, n.71, p.135-158, 2011.

JAMIESON, S. Likert scales: how to (ab)use them. **Medical Education**. V. 38, p 1217–1218, 2004.

JOSS, S.; TOMOZEIU, D.; COWLEY, R. Eco-city indicators: governance challenges. **The Sustainable City VII**. Vol 1, p.109, 2012.

KATAOKA, S.M. **Avaliação de áreas para disposição de resíduos:** proposta de planilha para gerenciamento ambiental aplicado a aterro sanitário industrial. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

KEIRSTEAD, J.; LEACH, M. Bridging the Gaps Between Theory and Practice: A Service niche Approach to Urban Sustainability Indicators. **Sustainable Development**. V.16, p. 320-340, 2007

KIM, V. J. H. **Análise da composição gravimétrica dos resíduos domiciliares de São Carlos (SP).** Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. In: **Technical report, Ver. 2.3 EBSE Technical Report. EBSE**. [s.l: s.n.], 2007.

LEITE, I.M.S.; FREITAS, F.F.T. **Análise comparativa dos métodos de apoio multicritério a decisão:** AHP, ELECTRE e PROMETHEE. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Bento Gonçalves, RS, 2012.

LEVY, Y.; ELLIS, T.J. A system approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. **Informing Science Journal**, v.9, p.181-212, 2006.

LIMA, J.D. **Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil.** ABES-PB, Seção Paraíba. 2001.

LIMA, R.M.S.R.; SILVA, S.M.C.P. Evaluation of a municipal program of selective collection in the context of the national policy of solid waste. **Acta Scientiarum**. V.35, n.4, p. 645-653, 2013.

MANTOVANI, M. C. Consórcio Intermunicipal: instrumento de ação e desenvolvimento de políticas públicas e participação social em meio ambiente. In: INFORMATIVO CEPAM. **Consórcio:** uma forma de cooperação intermunicipal – Estudos, legislação básica e pareceres. São Paulo: Fundação Prefeito Faria Lima – CEPAM, Unidade de Políticas Públicas – UPP, 2001, v.1, n.2, p.105-122.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MAROTTI, A.C.B. **Análise da Política Nacional de Resíduos Sólidos como**

marco regulatório provedor de mudanças no arcabouço legal dos entes federados. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.

MASSUKADO, L.M. **Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares.** 2008. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos.

MASSUKADO, L.M. **Sistema de Apoio a Decisão:** Avaliação de cenários de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos domiciliares. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

MATOS, F.; DIAS, R. A gestão de Resíduos Sólidos e a formação de Consórcios intermunicipais. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.4, n.3, p.501-519, 2011.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing.** 3.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MENIKPURA, S.N.M.; GHEEWALA, S.H.; BONNET, S. Sustainability assessment of municipal solid waste management in Sri Lanka: problems and prospects. **Journal of Material Cycles and Waste Management.** V.14, p. 181-192, 2012.

MILANEZ, B. **Resíduos sólidos e Sustentabilidade:** princípios, indicadores e instrumentos de ação. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

MILOSEVIC, L.T. *et al.* Identification of fire hazards due to landfill gas generation and emission. **Polish Journal of Environmental Studies.** V.27, n.1, p. 213-221, 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Comitê Orientador.** Acesso em 28 abril 2019. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-perigosos/logistica-reversa/oleo>>

_____. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos:** manual de orientação / Ministério do Meio Ambiente, Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo, Serviço Social do Comércio. -- Brasília, DF: MMA, 2017.

_____. **Logística Reversa**. s/d. Disponível em <
<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-perigosos/logistica-reversa/oleo>> Acesso em junho de 2019.

MIRANDA, M.L.U. *et al.* Reverse logistic strategy for the management of tire waste in Mexico and Russia: Review and conceptual model. **Sustainability**. V. 10, p. 1-25, 2018.

MODESTO FILHO, P. Reciclagem da matéria orgânica através da vermicompostagem. In: Bidone, F. R. A. ed. **Metodologias e técnicas de minimização, reciclagem e reutilização de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro. ABES. Cap. 5, p3139. 1999.

MOISÉS, H. N. Cooperação intermunicipal para a gestão do lixo. In: INFORMATIVO 109 CEPAM. **Consórcio**: uma forma de cooperação intermunicipal. São Paulo: Fundação Prefeito Faria Lima – CEPAM. Unidade de Políticas Públicas – UPP, v.1, n.2, 2001.307p.

MOTA, L. R. **O instrumento da logística reversa de resíduos eletroeletrônicos no contexto da obsolescência programada e percebida: um olhar a partir da cidade de Santa Maria/RS**. Dissertação (Mestrado em Direito) – Direitos Emergentes na Sociedade Global, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

MULROW, C.D. Systematic reviews rationale for systematic reviews. **British Medical Journal**, v.309, pp.597–599, 1994.

NASCIMENTO NETO, P.N.; MOREIRA, T.A. Consórcio intermunicipal como instrumento de gestão de resíduos sólidos urbanos em regiões metropolitanas: reflexões teórico-conceituais. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v.8, n.3, p. 239-282, 2012.

NASCIMENTO, J. R. H.; LIMA, R.A. The reverse logistics system as a form of development of Brazilian companies: the way of natural capital. **Veredas do Direito**, v. 15, n. 32, p. 201-217, 2018.

NASCIMENTO, V. F., *et al.* Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Ambiente e Água: Interdisciplinary Journal of Applied Science**. V. 10, n. 4, p. 889-902, 2015.

NGOC, U. N.; SCHNITZER, H. Sustainable solutions for solid waste management in Southeast Asian countries. **Waste Management**, v. 29, n. 6, p. 1982–1995, 2009.

OLIVEIRA NETO, G.C. Environmental advantages of the reverse logistics: a case study in the batteries collection in Brazil. **Production**. V. 28, p. 1-16, 2018.

OSPINA, D.A.C. **Indicadores para a integração da gestão das águas subterrâneas e no planejamento do uso e ocupação do solo**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018

PEREIRA, J.C.R. **Análise de dados qualitativos**: estratégias metodológicas para ciências da saúde, humanas e sociais. São Paulo: EDUSP; FAPESP, 1999.

PEREIRA, S.S.; CURI, R.C.; CURI, W.F. Uso de indicadores na gestão dos resíduos sólidos urbanos: uma proposta metodológica de construção e análise para municípios e regiões. **Engenharia Sanitária e ambiental**. V.23, n.3, p.471-483, 2018a.

PEREIRA, S.S.; CURI, R.C.; CURI, W.F. Uso de indicadores na gestão dos resíduos sólidos urbanos: parte II – uma proposta metodológica de construção e análise para municípios e regiões: aplicação do modelo. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. V.23, n.3, p. 485-498, 2018b.

PERIATHAMBY, A.; HAMID, F. S.; KHIDZIR, K. Evolution of solid waste management in Malaysia: Impacts and implications of the solid waste bill, 2007. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 11, n. 2, p. 96–103, 2009.

POLAZ, C.N.M.; TEIXEIRA, C.A.N. Indicadores de sustentabilidade para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos: um estudo para São Carlos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. V.14, n. 3, p. 411-420, 2009.

POLETTTO, M.; *et al.* Urban solid waste management in Caxias do Sul/Brazil: Practices and challenges. **Journal of Urban and Environmental Engineering**. V.10, n.1, p. 50-56, 2016.

PREFEITURA DE SÃO CARLOS. **Conheça São Carlos**. Disponível em: <<http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/cidade.html>> Acesso em junho de 2019.

RADA, E.C. *et al.* Selective collection quality index for municipal solid waste management. **Sustainability**. V.10, p. 1-17, 2018.

RAMOS, N. F. *et al.* Desenvolvimento de ferramenta para diagnóstico ambiental de lixões de resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. V. 22, n. 6, p. 1233-1241, 2017.

REGRA, A.P.M. **Cenários como ferramenta na gestão ambiental municipal: um estudo de caso em Brotas – SP**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – EESC, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

REVISTA COMÉRCIO, INDÚSTRIA E AGRONEGÓCIO (RCIA). **Ciesp Araraquara discute o desenvolvimento sustentável**. 21 de agosto de 2019. Disponível em: <<https://rciararaquara.com.br/economia/ciesp-araraquara-discute-o-desenvolvimento-sustentavel/>>

RIBEIRO, M.C.P.; RAZUK, N.P.C. Consórcio público e gerenciamento de resíduos sólidos: aspectos de eficiência e cooperação. **Revista Pensar**, c.19, n.1, p. 151-178, 2014.

RIVAS, R.E.G. **Uso do método multicritério para tomada de decisão operacional tendo em conta riscos operacionais, à segurança, ambientais e à qualidade**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.

SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica**. Tradução e revisão Prof Titular Wainer da Silveira e Silva (UFF – Universidade Federal Fluminense). São Paulo. McGraw-Hill, Makron Books, p. 367, 1991.

SAATY, T.L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology**. V.15, p. 234-281, 1977.

SAKAWI, Z. Municipal solid waste management in Malaysia: Solution for sustainable waste management. **Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation**, v. 6, n. 1, p. 29–38, 2011.

SANTOS, E. D. S. **Análise da implantação da logística reversa de embalagens no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2013.

SANTOS, M.C.M. A responsabilidade compartilhada na Política Nacional de Resíduos Sólidos: uma análise da eficácia das disposições relativas ao consumidor. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**. v.5, n..1, p. 248-276, 2015.

SÃO CARLOS AMBIENTAL. **A São Carlos Ambiental contribui para o**

desenvolvimento socioambiental e educacional do município. [6 de dezembro de 2019]. São Carlos: *São Carlos Agora*. Disponível em: <<https://www.saocarlosagora.com.br/cidade/a-sao-carlos-ambiental-contribui-para-o-desenvolvimento-socioambiental/120946/>> Acesso em fevereiro de 2020.

SÃO CARLOS. **Lei nº 15.647 de 27 de novembro de 2015.** Dispõe sobre a obrigatoriedade das farmácias a disponibilizarem recipientes para recolhimento de medicamentos vencidos no município, e dá outras providências. Prefeitura Municipal de São Carlos, 2015.

_____. **Lei nº 15.828 de 21 de setembro de 2011.** Dispõe sobre o sistema de logística reversa no âmbito da Prefeitura Municipal e na câmara municipal, e dá outras providências. Prefeitura Municipal de São Carlos, 2011.

_____. **Lei nº 17.412 de 8 de abril de 2015.** Dispõe sobre a destinação de resíduos sólidos através da logística reversa no município, e dá outras providências. Prefeitura Municipal de São Carlos, 2015.

_____. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: Versão preliminar. São Carlos, 2019.

SÃO PAULO. **Resolução SMA nº 38 de 2 de agosto de 2011.** Estabelece a relação de produtos geradores de resíduos de significativo impacto ambiental, para fins do disposto no art. 19, do Decreto Estadual nº 54.645, de 05.08.2009, que regulamenta a Lei Estadual nº 12.300, de 16.03.2006, e dá providências correlatas. São Paulo, 2011.

_____. **Resolução SMA nº 45 de 23 de junho de 2015.** Define as diretrizes para implementação e operacionalização da responsabilidade pós consumo no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas. São Paulo, 2015.

SCHETTINI, L. **Avaliação de aspectos geológicos e geotécnicos na implantação do Aterro Sanitário de São Carlos – SP, com o auxílio da geofísica.** Dissertação (Mestrado em Ciências, Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

SILVA, J. X.; Z Aidan, R.T. **Geoprocessamento & Análise Ambiental: Aplicações.** Rio de Janeiro, Brasil. Editora Record, 2004. 363p.

SILVA, R.P.G. *et al.* Aplicação do índice de qualidade de aterro de resíduos (IQR) em área de disposição de resíduos sólidos urbanos do município de Riacho Frio – PI. **Cadernos Cajuína.** V.3, n.1, p. 36-43, 2016.

SILVA, S. P.; GOES, F. L.; ALVAREZ, A. R. **Situação social das catadoras e dos catadores de material reciclável e reutilizável** – Brasil. Brasília: Ipea, 2013. 68 p.

SILVA, W.M.F.; IMBROSI, D.; NOGUEIRA, J.M. Municipal Solid Waste Management: Public Consortia as an alternative Sacale-Efficient? Lessons from the Brazilian Experience. **Current Urban Studies**, v.5, p. 185-201, 2017. Disponível em: https://file.scirp.org/pdf/CUS_2017062916143180.pdf Acesso em 12 dez 2018.

SILVEIRA, R.C.E.; PHILIPPI, L.S. Consórcios Públicos: uma alternativa viável para a gestão regionalizada de resíduos sólidos urbanos. **Revista Redes**, v.13, n.1, p.205-224, 2008.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS (SINIR). **Logística Reversa**. 2019. Acesso em 28 abril 2019. Disponível em: <http://www.sinir.gov.br/logistica-reversa>

SOLVÍ. **Relatório Socioambiental: Exercício 2018**. Grupo Solví, 2019. Disponível em: <https://ffd78778-7a4a-467a-9326-373d8cdd4865.filesusr.com/ugd/b5b170_ce96763b05004a8cafe2ffbaa9cc57a4.pdf> Acesso em: fevereiro de 2020

SUQUISAQUI, A.B.V.; HANAI, F. Y. **Indicadores de Sustentabilidade Aplicados ao contexto de gestão e planejamento ambiental de cidades na concepção de metabolismo urbano**. 2017. Iniciação Científica (FAPESP) - Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

TCHOBANOGLIOUS, G.; KREITH, F. **Handbook of solid waste management**. 2. ed. United States of America: McGraw Hill, 2002.

TEIXEIRA, B.A.N.; VENTURA, K.S. **Metodologia para formulação de consórcios para gestão integrada em saneamento ambiental** (relatório final). Brasília: FUNASA, 2018. 165p. (material impresso)

TUORINI, F. **Entra em operação 1ª usina do interior de SP a gerar energia a partir do lixo**. [14 de agosto de 2014]. Ribeirão Preto e Franca: *G1 EPTV*. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/noticia/2014/08/entra-em-operacao-1-usina-do-interior-de-sp-gerar-energia-partir-do-lixo.html>> Acesso em fevereiro de 2020.

VALLE, R.; SOUZA, R. G. **Logística Reversa**: processo a processo. São Paulo: Atlas, 2014

Van ELK, A.G.H.P. **Redução de emissões na disposição final**. Rio de Janeiro: IBAM, 2007.

VAZ, J. C. Avaliando a gestão. **Dicas**. n. 24, 1994. Disponível em: <http://www.polis.org.br/uploads/309/309.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2018.

VENTURA, K.S. **Modelo de avaliação do gerenciamento de resíduos de serviço de saúde (RSS) com uso de indicadores de desempenho. Estudo de caso**: Santa Casa de São Carlos – SP. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2009.

VENTURA, K.S.; KUSSABA, C. **Estudo da formação de consórcios públicos em saneamento**. In: Exposição de Experiências Municipais em Saneamento, 19ª. Poços de Caldas, MG: ASSEMAE, Brasília, 2015. Disponível em <http://www.trabalhosassemae.com.br/sistema/repositorio/2015/1/trabalhos/23/168/t16te1a2015.pdf> Acesso em 20/09/2018.

VENTURA, K.S.; SUQUISAQUI, A.B.V. Aplicação de ferramentas SWOT e 5W2H para análise de consórcios intermunicipais de resíduos sólidos urbanos. **Ambiente Construído**. V. 20, n.1, p. 333-349, 2019.

VENTURA, K.S.; TEIXEIRA, B.A.N.; KOTSUBO, K. **Análise de consórcios públicos de resíduos sólidos como subsídio à gestão do saneamento**. In: CONGRESSO ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL/FENASAN, 2017.

XIE, M. *et al.* Life cycle assessment of composite packaging waste management – a Chinese case study on aseptic packaging. **International Journal of Life Cycle Assessment**. V.18, p. 626-635, 2013.

ZATTA, F. N. *et al.* Aplicação do *Analytic Hierachy Process* na escolha de planos de saúde. **Research, Society and Development**. v. 8, n.1, p. 1-25, 2019.

ZHANG, N. *et al.* Greening academia: Developing sustainable waste management at Higher Education Institutions. **Waste Management**, v. 31, n. 7, p. 1606–1616, 2011. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X11001206> Acesso em 10/12/2018

ZHANG, Y.; GUINDON, B. Using satellite remote sensing to survey transport-related urban sustainability part 1: methodologies to indicator quantification. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**. V.8, p. 146-164, 2006.

APÊNDICE I – Carta Explicativa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

CARTA EXPLICATIVA PARA PARTICIPAÇÃO EM PESQUISA

Prezado(a) Especialista.

Eu, Ana Beatriz Valim Suquizaqui, aluna do curso de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), realizo pesquisa de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana (PPGEU), intitulada “Elaboração e aplicação de ferramenta para avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos – Estudo de caso: Município de São Carlos”.

O objetivo da pesquisa é elaborar e aplicar uma ferramenta para avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos. Essa ferramenta irá avaliar 5 (cinco) indicadores das iniciativas selecionadas (aterro sanitário, coleta seletiva, compostagem, consórcio público e logística reversa) da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – Lei Federal nº 12.305/2010. As instruções do trabalho estão a seguir.

Orientações para sua participação

Você receberá um único arquivo em formato de planilha eletrônica (tipo *Excel*) contendo as seguintes informações:

- Aba 1: INTRODUÇÃO (explica o contexto da pesquisa);
- Aba 2: COMO USAR (explica os procedimentos para realizar a avaliação dos indicadores) e
- Aba 3: INICIAR AVALIAÇÃO (inicia a avaliação dos indicadores).

A metodologia utilizada para avaliar os indicadores é o *AHP (Analytic Hierarchy Process)*, a qual consiste em classificar os indicadores avaliados.

Primeiro passo: realizar os julgamentos relativos à cada um dos indicadores, por meio de comparações paritárias, formando assim uma matriz genérica em que os valores atribuídos para cada comparação são provenientes da escala de Saaty (1977), que, no presente estudo, foi adaptada para 1, 3, 5 e 7.

Os indicadores estão dispostos em coluna e linha tal que permitam avaliação deles entre si. O preenchimento da planilha deve ser tal que a atribuição de valores represente o quanto melhor ou pior um indicador é em relação ao outro, como ilustra o Quadro 1.

Quadro 1 – Escala adaptada de Saaty (1977)

Valor	Definição	Explicação
1	Importância igual	Duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Moderada importância	Experiência e julgamento levemente a favor de uma atividade sobre a outra.
5	Forte importância	Experiência e julgamento fortemente a favor de uma atividade sobre a outra
7	Importância demonstrada	Uma atividade é fortemente favorecida e sua dominância é demonstrada na prática.

A diagonal principal da matriz será sempre formada pelo número 1, uma vez que a comparação de um indicador com ele mesmo terá igual importância. Os valores acima ou abaixo desta diagonal serão preenchidos com os valores inversos dados por você. Por exemplo, se o valor atribuído por você do indicador I_1 a I_2 foi 3, então, o valor de I_2 a I_1 será

o inverso (no caso, 1/3). Assim, por diante.

Segundo Passo: Após o preenchimento, envie o documento. O envio desta planilha será para o e-mail das pesquisadoras (biasuqui@hotmail.com e katiaventura@yahoo.com). As pesquisadoras acusarão o recebimento do arquivo em até um dia útil, após recebimento deste.

Terceiro Passo: Com a confirmação de recebimento dos arquivos pelo participante, as pesquisadoras aguardarão 30 dias para recebimento das respostas. Passados 30 dias, as pesquisadoras farão contato telefônico para identificar possíveis falhas ou dificuldades de recebimento ou preenchimento do documento.

Para auxiliá-lo no momento das avaliações, os Quadros 2 a 6 apresentam explicações de cada indicador presente na pesquisa.

Quadro 13 – Indicadores para aterro sanitário e sua respectiva explicação

Indicadores	Classificação do IQR*	Nível de utilização de EPIs nos funcionários	Nível de ruído do local	Existência de materiais de cobertura nas vias de acesso	Existência de controle de poeiras	Existência de controle de custos da operação do aterro	Existência de consulta a população residente nas proximidades do aterro para identificação de problemas ambientais	Existência de política ambiental	Existência de realização de exames periódicos e preventivos para funcionários da operação do aterro	Existência de programas e campanhas socio educativas, visitas monitoradas (funcionários e público externo)
Explicação	*Índice de Qualidade de aterros sanitários realizado anualmente pela CETESB e engloba questões relacionadas à estrutura de apoio, frente de trabalho, taludes e bermas, superfície superior, estrutura de proteção ambiental, características da área e outras informações	Como e se os funcionários utilizam os EPIs	Medição em hertz do ruído dentro da área do aterro	Realização de algum tipo de cobertura nas vias de acesso do aterro, como asfalto, piçarra, entre outros, para evitar a poeira causada pelas estradas de terra	Existência de algum tipo de iniciativa que evite o levantamento de poeira, tanto os de origem das estradas quanto as de origem da cobertura dos resíduos	Conhecimento da administração sobre todos os custos envolvidos na atividade	População do entorno é consultada para conhecimento de desconfortos gerados pelo odor, ruído, material particulado no ar, entre outros	Administração do aterro se comprometeu em realizar política ambiental para assumir certas responsabilidades	Realização de exames periódicos nos funcionários de operação para controle de problemas de audição, respiratórios, na ergonomia, entre outros	Realização de ações pela administração para visitas monitoradas afim de sensibilizar a população, principalmente alunos de escolas e também campanhas de educação ambiental para os próprios funcionários do aterro

Fonte: autora

Quadro 14 – Indicadores para coleta seletiva e sua respectiva explicação

Indicadores	Quantidade (Kg ou %) de materiais aproveitados pela coleta seletiva (excluindo os rejeitos)	Porcentagem da abrangência da coleta seletiva no município	Existência de diversificação na cooperativa	Existência de levantamento e controle das causas de absenteísmo	Existência de acompanhamento e análise da separação na cooperativa	Existência de canais de participação da sociedade civil e de organizações de catadores na gestão da coleta seletiva	Existência de parcerias para o funcionamento da coleta seletiva	Nível das condições de trabalho sob a ótica do cooperado	Existência de planejamento e apoio a capacitação dos catadores	Existência do tópico “Coleta seletiva” no PMGIRS
Explicação	Quantidade de materiais aproveitados pela coleta seletiva deve ser maior que 75% do total, excluindo os rejeitos	Porcentagem da população atendida pelo serviço (cobertura do serviço)	Existência de serviços para coleta seletiva como a coleta porta a porta, segregação de resíduos, contabilidade, entre outros	Controle da administração sobre as faltas e afastamentos em geral e realização de ações para que isso não ocorra	Realização de aquisição de equipamentos, controle das vendas, dos rejeitos, levantamento de necessidades para melhoria do processo – curso de capacitação para comercialização de produtos; segurança e controle do uso de EPIs aos catadores, entre outros, pela cooperativa.	Prefeituras e cooperativas devem facilitar a participação da sociedade civil, por meio de reuniões, simpósios, entre outros	Cooperativa deve possuir parcerias que subsidiem equipamento, recursos financeiros, entre outros	Existência de controle dentro das cooperativas para avaliar as condições de trabalho como a utilização de EPIs, questões ergonômicas, entre outros	Realização de cursos de capacitação para os cooperados, oferecidos pelas prefeituras e cooperativas.	Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos deve contemplar as questões relacionadas à coleta seletiva

Fonte: autora

Quadro 15 - Indicadores para compostagem e sua respectiva explicação

Indicadores	Classificação do IQC	Existência de controle do tamanho de partículas presentes nas leiras	Existência de controle do volume da leira	Existência de controle da relação carbono/nitrogênio	Frequência da triagem	Existência de controle e planejamento para a forma de coleta e acondicionamento do material orgânico	Quantidade de materiais inertes no composto final	Existência de tecnologia no processo da compostagem	Existência de estradas de acesso	Nível de condições de trabalho
Explicação	*Índice de Qualidade de Usinas de Compostagem realizado anualmente pela CETESB que engloba as questões de características do local, infraestrutura implantada e condições operacionais.	Existência de controle do tamanho dos materiais orgânicos para que estes tenham dimensões entre 1 a 7 cm, de forma que facilite a decomposição	A leira deve ser medida para que seu tamanho impeça a rápida dissipação de calor e umidade e permita assim, atingir temperaturas suficientes (65°C a 70°C) para eliminar organismos patogênicos	A relação entre os dois compostos significa o grau de decomposição da matéria orgânica e sua proporção deve ser entre 25/1 e 35/1 ou 40/1 e 50/1	Município deve realizar triagem todos os dias ou nos dias de coleta	A coleta deve atender todo o município e deve ocorrer de forma organizada, além de possuir acondicionamento adequado que impeça atração de vetores e maus odores	A usina deve estar fazendo um trabalho satisfatório na fase de triagem, para evitar que materiais inertes estejam no composto final (vidro, plástico, metal, entre outros)	Existência de máquinas que auxiliem o trabalho, como esteiras para triagem, tecnologias para a realização de quarteamento entre outras.	Existência de vias de acesso à usina de compostagem para facilitar o transporte dos resíduos	Existência de controle relacionado aos riscos químicos, físicos, biológicos, mecânicos e ergonômicos que os funcionários estão submetidos

Fonte: autora

Quadro 16 – Indicadores para consórcio público e sua respectiva explicação

Indicadores	Existência de controle para a redução de custos operacionais	Existência de critérios adotados para definição de prioridade	Existência de ganhos pelo aumento de escala de serviço	Existência de controle e divulgação de resultados obtidos	Existência de apoio e incentivo para fomento de consórcio intermunicipais	Existência de articulação e integração dos entes consorciados para manutenção dos consórcios	Existência de planejamento integrado entre os municípios	Existência de programa de mobilização e sensibilização socioeducativa	Existência de mecanismos para garantir a participação popular	Existência de planejamento de atividades a curto, médio e longo prazos
Explicação	Gestores devem ser responsáveis pelo consórcio e ter conhecimento da vantagem financeira da implantação do mesmo	Existência de critérios definidos para priorizar as atividades e devem ser escolhidas com base em reuniões políticas ou em seleção aleatória	Existência de controle dos ganhos por aumentar a escala do serviço, ou seja, o tanto que o serviço foi otimizado	Gestores responsáveis pelo consórcio devem buscar transparência nos resultados obtidos, de forma a divulgá-los e que seja acessível a toda população	Prefeituras devem buscar apoio e incentivo tanto privado quanto do governo, para fomentar os consórcios intermunicipais	Existência de planejamento para que os entes consorciados estejam sempre em contato de forma que facilite a manutenção do consórcio	Municípios consorciados devem realizar um planejamento integrado para que todos os entes envolvidos estejam trabalhando de forma conjunta	Municípios consorciados devem buscar iniciativas para que a população tenha conhecimento do consórcio em que estão inseridos e ainda sensibilizem a população para o descarte correto de resíduos sólidos	Municípios consorciados devem buscar iniciativas que convidem a população a participar das decisões do consórcio	Municípios consorciados devem realizar planejamento em escala de tempo diversa, de forma que consiga atender as necessidades do presente sem deixar de dar atenção para as atividades a longo prazo

Fonte: autora

Quadro 17 – Indicadores para logística reversa e sua respectiva explicação

Indicadores	Existência de caracterização e controle de riscos identificados	Quantidade (kg ou %) de material recuperado em relação ao recebido	Quantidade de impactos ambientais minimizados	Existência de tecnologias e inovação de processo	Taxa de eficiência da recuperação	Existência de controle financeiro da logística reversa	Existência de canais de comunicação	Existência de parceria da logística reversa com a catção de recicláveis	Existência de rede ou consórcio para implantação e manutenção da logística reversa	Existência de legislação para logística reversa
Explicação	Organização e o governo devem realizar a identificação, mensuração e controle dos riscos associados a implantação da logística reversa, assim como proposição de medidas de precaução e prevenção	Porção do material que foi recuperado pela logística reversa em relação à quantidade inicial de material recebido	Contabilização dos impactos ambientais que foram evitados ou minimizados em razão da implantação da logística reversa (ex: quantidade de árvores que deixaram de ser cortadas num programa de logística reversa de paletes ou a redução de uso primário de alumínio)	Organizações e o governo devem trabalhar em conjunto para desenvolver novas tecnologias para melhoramento dos processos	Razão entre a quantidade de materiais recuperados pela quantidade de total de materiais enviados para a logística reversa	Organização e o Estado devem ter controle financeiro da comercialização, recuperação, investimentos, entre outros, da implantação da logística reversa	Organizações e Estado devem oferecer canais de comunicação de fácil acesso para toda a sociedade com informações sobre a logística reversa, como sites, relatórios, vídeos, depoimentos, entre outros	Município e as organizações devem estabelecer parcerias para que determinados materiais sejam destinados à empresas de logística reversa	A iniciativa da logística reversa deve estar em parceria com outras organizações ou municípios	Existência de leis sobre logística reversa em escala municipal ou intermunicipal.

Fonte: autora

APENDICE II – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Resolução nº 510/2016 do CNS)

Elaboração e Aplicação de Ferramenta para Avaliação da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos – Estudo de Caso: Município de São Carlos

Eu, Ana Beatriz Valim Suquizaqui, estudante do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar o(a) convido a participar da pesquisa “Elaboração e aplicação de ferramenta para avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos – Estudo de caso: Município de São Carlos”, orientada pela Prof^a Dr^a Kátia Sakishima Ventura.

A geração de resíduos sólidos está presente no meio urbano diariamente. Contudo os novos padrões de consumo da população e o desenvolvimento da industrialização modificaram a quantidade e composição desses materiais. No Brasil, com a promulgação da Lei Federal nº 12.305/2010, conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), algumas iniciativas foram propostas aos municípios, de modo que consigam intensificar os resultados e ampliar os serviços prestados à população. Assim, o uso de ferramentas que avaliem a gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) podem ser implementadas para este fim.

O objetivo principal da presente pesquisa é elaborar e aplicar uma ferramenta para avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos no município de São Carlos. Assim, sua participação tem a finalidade de avaliar os indicadores das iniciativas selecionadas (aterro sanitário, coleta seletiva, consórcio público, compostagem e logística reversa).

Você foi selecionado(a) por atuar profissionalmente na área de resíduos sólidos como consultor, docente, profissional liberal, prestador de serviço ou gestor do serviço público, há mais de cinco anos.

Sua participação trará como benefícios i) a obtenção de dados para fins acadêmicos, ii) o detalhamento de informações que carecem de atenção para o setor de saneamento e de resíduos sólidos, iii) a priorização de indicadores em cada iniciativa (aterro sanitário, coleta seletiva, compostagem, consórcio público e logística reversa) estudado. Esta pesquisa pode beneficiar a tomada de decisão do gestor público, bem como simular cenários desejados por pesquisadores e administradores municipais, caso todas as iniciativas sejam implementados. A pesquisadora realizará o acompanhamento de todos os procedimentos e atividades desenvolvidas durante o trabalho.

As suas respostas serão organizadas de forma sigilosa e individualizada, mantendo preservada sua identificação. Além disto, estas respostas serão obtidas em planilha eletrônica (tipo *Excel*), cujo envio será feito por e-mail, juntamente com carta explicativa e este documento (TCLE).

Sua participação poderá ter alguns riscos mínimos, cujos desconfortos podem ser o cansaço, dificuldade de compreensão do método e dos indicadores, irritação e demora para responder a planilha. O tempo para preenchimento da planilha com todos os indicadores foi estimado em entorno de 15 minutos. Para minimizar estes possíveis riscos, a pesquisadora disponibilizará seu e-mail e contato telefônico para esclarecer dúvidas a qualquer momento. Além disto, você pode adotar intervalos de descanso, definidos por você, e também contatar a pesquisadora para qualquer esclarecimento. Você poderá deixar de responder algum item, caso não saiba ou tenha dificuldade de compreensão do indicador.

Sua participação é voluntária e ocorrerá somente uma vez. Não haverá compensação em dinheiro por esta participação. A qualquer momento, você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa ou desistência não lhe trará qualquer prejuízo profissional, assim como não trará danos à pesquisa, ao pesquisador, à Instituição em que trabalha ou à Universidade Federal de São Carlos.

Todas as informações obtidas por meio da pesquisa serão confidenciais, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação em todas as etapas do estudo. Caso haja menção a nomes, a eles serão atribuídas letras, com garantia de anonimato nos resultados e publicações, impossibilitando sua identificação.

Como a consulta será feita por meio digital e o horário de preenchimento da planilha será de sua escolha, não haverá custos de deslocamento ou demais despesas (alimentação, impressões, transporte) para realização desta pesquisa. Você terá direito à indenização por qualquer tipo de dano resultante da sua participação na pesquisa.

Você receberá este termo em arquivo digital já assinado pela pesquisadora responsável, juntamente com a Carta Explicativa e a planilha eletrônica para avaliação dos indicadores, de forma que não é necessário que você envie o termo com sua assinatura, uma vez que o envio de sua avaliação irá confirmar sua participação na pesquisa.

Se você tiver qualquer problema ou dúvida, durante a sua participação na pesquisa, poderá comunicar-se pelo telefone (16) 99727-5340 ou comparecer no laboratório de Saneamento do Departamento de Engenharia Civil da UFSCar, de 2ª. a 6ª. das 8:00 às 12:00 h e procurar a aluna Ana Beatriz Suquizaqui.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar. A pesquisadora me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luiz, Km. 235 – Caixa Postal 676 – CEP 13.565-905 – São Carlos – SP – Brasil. Fone (16) 3351-8110.

Endereço eletrônico: cephumanos@ufscar.br

Endereço para contato (24 horas por dia e sete dias por semana):

Pesquisador Responsável: Ana Beatriz Valim Suquizaqui

Endereço: Rodovia Washington Luiz, Km. 235

Contato telefônico: (16) 99727-5340 e-mail: biasuqui@hotmail.com

Local e data: São Carlos, 20 de maio de 2019

Pesquisadora: Ana Beatriz Valim Suquizaqui

APÊNDICE III - Planilha eletrônica para avaliação pelos especialistas

Figura 16 – Capa do programa para avaliação de indicadores

The image shows a screenshot of a spreadsheet application interface. At the top, there is a green menu bar with the following options: Arquivo, Página Inicial, Inserir, Layout da Página, Fórmulas, Dados, Revisão, Exibir, Desenvolvedor, Ajuda, and a search icon with the text "Diga-me o que você deseja fazer". On the far right of the menu bar is a "Compartilhar" button.

The main content area has a dark blue background. In the top left corner is the UFSCar logo. In the top right corner is the PPGEU / UFSCar logo. The central text reads: "AVALIAÇÃO DE INDICADORES UTILIZANDO O MÉTODO AHP (Analytic Hierarchy Process)". Below this, it says "Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana" and "Universidade Federal de São Carlos".

On the left side, there is an illustration of a sustainable city with trees, a recycling bin, a car, and a factory, with the URL "www.autossustentavel.com" at the bottom. In the center, there are three white buttons with black text: "INTRODUÇÃO", "COMO USAR", and "INICIAR AVALIAÇÃO". On the right side, the text identifies the authors: "Ana Beatriz V. Suquizaqui, Mestranda em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos" and "Profa. Dra. Katia Sakishima Ventura, Orientadora, Universidade Federal de São Carlos".

At the bottom of the application, there is a scroll bar and a status bar showing the zoom level at 90%.

Fonte: autora

Figura 17 – Introdução do programa para avaliação de indicadores



Fonte: autora

Figura 18 – Como usar o programa para avaliação de indicadores

The image shows a presentation slide titled "COMO USAR" (HOW TO USE) with a dark blue background. At the top, there are navigation buttons: "VOLTAR" (Back) on the left and "PRÓXIMO" (Next) on the right. The main heading "COMO USAR" is centered at the top. Below it, the "OBJETIVO DA ATIVIDADE" (Activity Objective) is stated as "Avaliar os 10 indicadores de cada" (Evaluate the 10 indicators of each). To the left, under the heading "DICAS PARA UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA" (Tips for tool use), there are six text boxes providing instructions:

- A matriz AHP é realizada por meio da comparação entre pares, portanto, os resultados serão sempre correspondentes a uma comparação entre 2 indicadores;
- Os indicadores estão apresentados na primeira tabela com suas respectivas letras (de A a J);
- A comparação entre os indicadores deverá sempre acontecer entre o indicador presente na coluna da esquerda em relação ao indicador presente na linha superior da matriz;
- Os valores atribuídos para cada comparação entre pares deverão seguir a lógica da tabela ao lado, que corresponde a escala de pontuação;
- Os valores atribuídos à comparação entre pares deverá ser preenchido apenas nos espaços em brancos, da diagonal destacada para baixo;
- Esse arquivo digital, quando finalizada a avaliação, deverá ser devolvido por email para a pesquisadora responsável pela pesquisa (biasuqui@hotmail.com).

 To the right, under the heading "ESCALA DE PONTUAÇÃO" (Scoring Scale), there is a table with three columns: "Valor" (Value), "Definição" (Definition), and "Explicação" (Explanation).

Valor	Definição	Explicação
1	Importância igual	Duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Moderada importância	Experiência e julgamento levemente a favor de uma atividade sobre a outra.
5	Forte importância	Experiência e julgamento fortemente a favor de uma atividade sobre a outra

Fonte: autora

Figura 19 – Matrizes AHP do programa para avaliação de indicadores (continua...)

Arquivo Página Inicial Inserir Layout da Página Fórmulas Dados Revisão Exibir Desenvolvedor Ajuda Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

PAGINA INICIAL VOLTAR

Aterro Sanitário

Código	Aspecto	Indicadores
A	Operacional	Classificação do Índice de Qualidade do Aterro - IQR
B		Nível de utilização de EPIs nos funcionários
C		Nível de ruído do local
D		Existência de materiais de cobertura nas vias de acesso
E		Existência de controle de poeiras
F		Existência de controle de custos da operação do aterro
G		Existência de consulta a população residente nas proximidades do aterro para identificação de problemas
H	Gestão	Existência de política ambiental
I		Existência de realização de exames periódicos e preventivos para funcionários da operação do aterro
J		Existência de programas de educação ambiental (palestras e visitas ao AS)

Código	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	1	#DIV/0!								
B		1	#DIV/0!							
C			1	#DIV/0!						
D				1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
E					1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
F						1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
G							1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
H								1	#DIV/0!	#DIV/0!
I									1	#DIV/0!
J										1

Coleta Seletiva

Código	Aspecto	Indicadores
A	Operacional	Quantidade (Kg ou %) de materiais aproveitados pela coleta seletiva
B		Porcentagem da abrangência da coleta seletiva no município
C		Existência de diversificação na cooperativa
D		Existência de levantamento e controle das causas de absenteísmo
E		Existência de acompanhamento e análise da separação na cooperativa
F	Gestão	Existência de canais de participação da sociedade civil e de organizações de catadores na gestão da coleta seletiva
G		Existência de parcerias para o funcionamento da coleta seletiva
H		Nível das condições de trabalho sob a ótica do cooperado
I		Existência de planejamento e apoio à capacitação dos catadores
J		Existência do tópico "coleta seletiva" no PMGIRS

Código	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	1	#DIV/0!								
B		1	#DIV/0!							
C			1	#DIV/0!						
D				1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
E					1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
F						1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
G							1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
H								1	#DIV/0!	#DIV/0!
I									1	#DIV/0!
J										1

Figura 19 – Matrizes AHP do programa para avaliação de indicadores (continua...)

Compostagem

Código	Aspecto	Indicadores
A	Operacional	Classificação do IQC
B		Existência de controle do tamanho de partículas presentes nas leiras
C		Existência de controle do volume da leira
D		Existência de controle da relação carbono/nitrogênio
E		Frequência da triagem
F		Existência de controle e planejamento para a forma de coleta e acondicionamento do material orgânico
G	Gestão	Quantidade de materiais inertes no composto final
H		Existência de tecnologia no processo da compostagem
I		Existência de estradas de acesso
J		Nível de condições de trabalho

AHP

Código	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	1	#DIV/0!								
B		1	#DIV/0!							
C			1	#DIV/0!						
D				1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
E					1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
F						1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
G							1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
H								1	#DIV/0!	#DIV/0!
I									1	#DIV/0!
J										1

Consórcio Público

Código	Aspectos	Indicadores
A	Operacional	Existência de controle para a redução de custos operacionais
B		Existência de critérios adotados para definição de prioridade
C		Existência de ganhos pelo aumento de escala de serviço
D		Existência de controle e divulgação de resultados obtidos
E		Existência de apoio e incentivo para fomento de consórcio intermunicipais
F		Existência de articulação e integração dos entes consorciados para manutenção dos consórcios
G	Gestão	Existência de planejamento integrado entre os municípios
H		Existência de programa de mobilização e sensibilização socioeducativa
I		Existência de mecanismos para garantir a participação popular
J		Existência de planejamento de atividades a curto, médio e longo prazo

AHP

Código	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	1	#DIV/0!								
B		1	#DIV/0!							
C			1	#DIV/0!						
D				1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
E					1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
F						1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
G							1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
H								1	#DIV/0!	#DIV/0!
I									1	#DIV/0!
J										1

Figura 19 – Matrizes AHP do programa para avaliação de indicadores (continuação)

Logística Reversa			AHP										
Código	Aspecto	Indicadores	Código	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	Operacional	Existência de caracterização e controle de riscos identificados	A	1	#DIV/0!								
B		Quantidade (kg ou %) de material recuperado em relação ao recebido	B		1	#DIV/0!							
C		Quantidade de impactos ambientais minimizados	C			1	#DIV/0!						
D		Existência de tecnologias e inovação de processo	D				1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
E		Taxa de eficiência da recuperação	E					1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
F	Gestão	Existência de controle financeiro da logística reversa	F						1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
G		Existência de canais de comunicação	G							1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
H		Existência de parceria da logística reversa com a catção de recicláveis	H									1	#DIV/0!
I		Existência de rede ou consórcio para implantação e manutenção da logística reversa	I										1
J		Existência de legislação para logística reversa	J										

Fonte: autora

APÊNDICE IV – PARECER DO CEP COM APROVAÇÃO DO PROJETO

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1360344.pdf	28/05/2019 07:03:23		Aceito
Folha de Rosto	folhadaderosto_assinada.pdf	28/05/2019 07:01:35	ANA BEATRIZ VALIM SUQUISAQUI	Aceito
Outros	AHP_indicadores_final.pdf	20/05/2019 14:59:16	ANA BEATRIZ VALIM SUQUISAQUI	Aceito
Outros	carta_explicativa_final.pdf	20/05/2019 13:58:38	ANA BEATRIZ VALIM SUQUISAQUI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_final.pdf	20/05/2019 13:51:14	ANA BEATRIZ VALIM SUQUISAQUI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_pesquisa_final.pdf	20/05/2019 13:47:46	ANA BEATRIZ VALIM SUQUISAQUI	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO CARLOS, 11 de Junho de 2019

**Assinado por:
Priscilla Hortense
(Coordenador(a))**

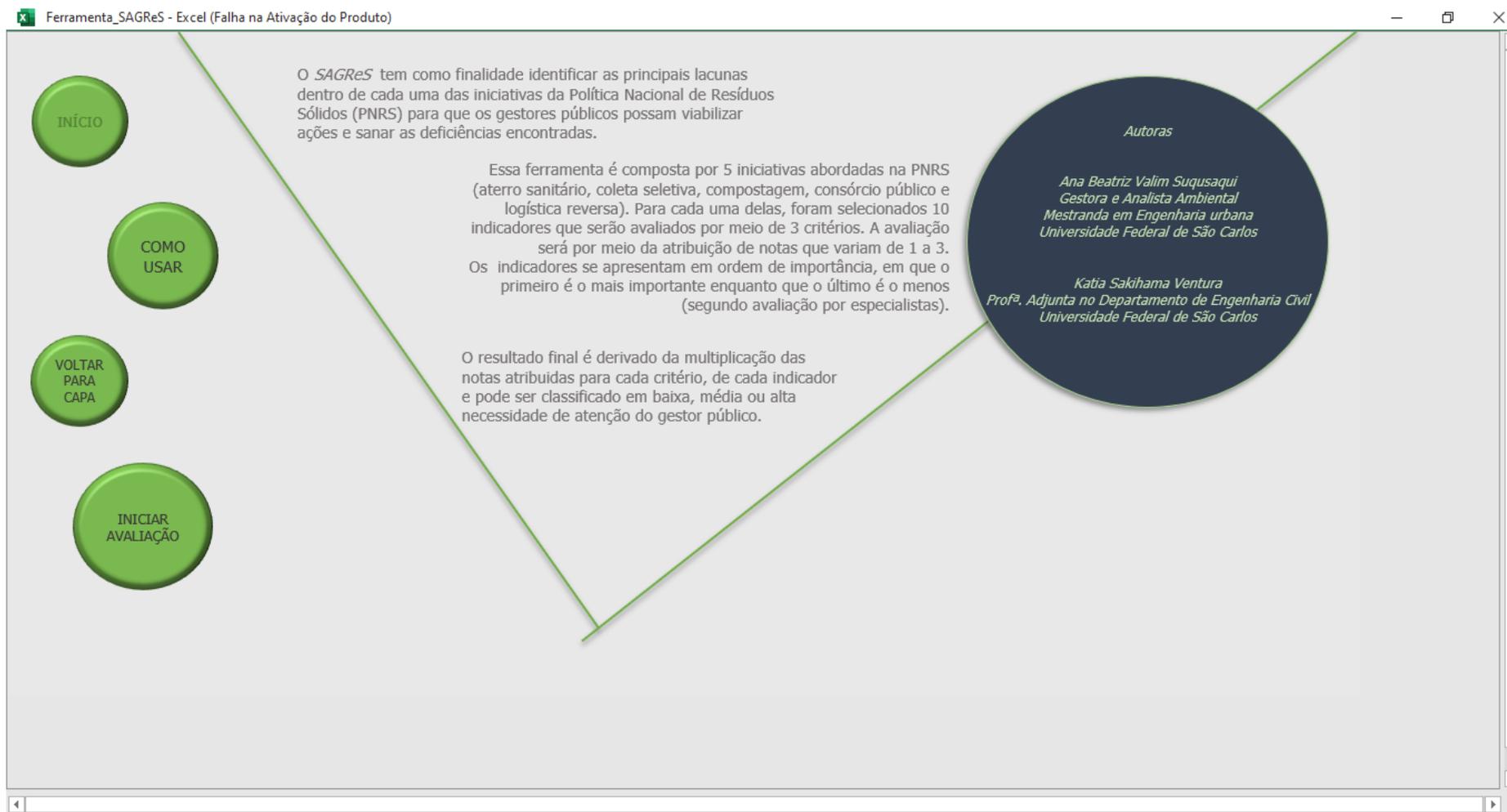
APÊNDICE V - Ferramenta SAGReS

Figura 20 – Capa da ferramenta SAGReS



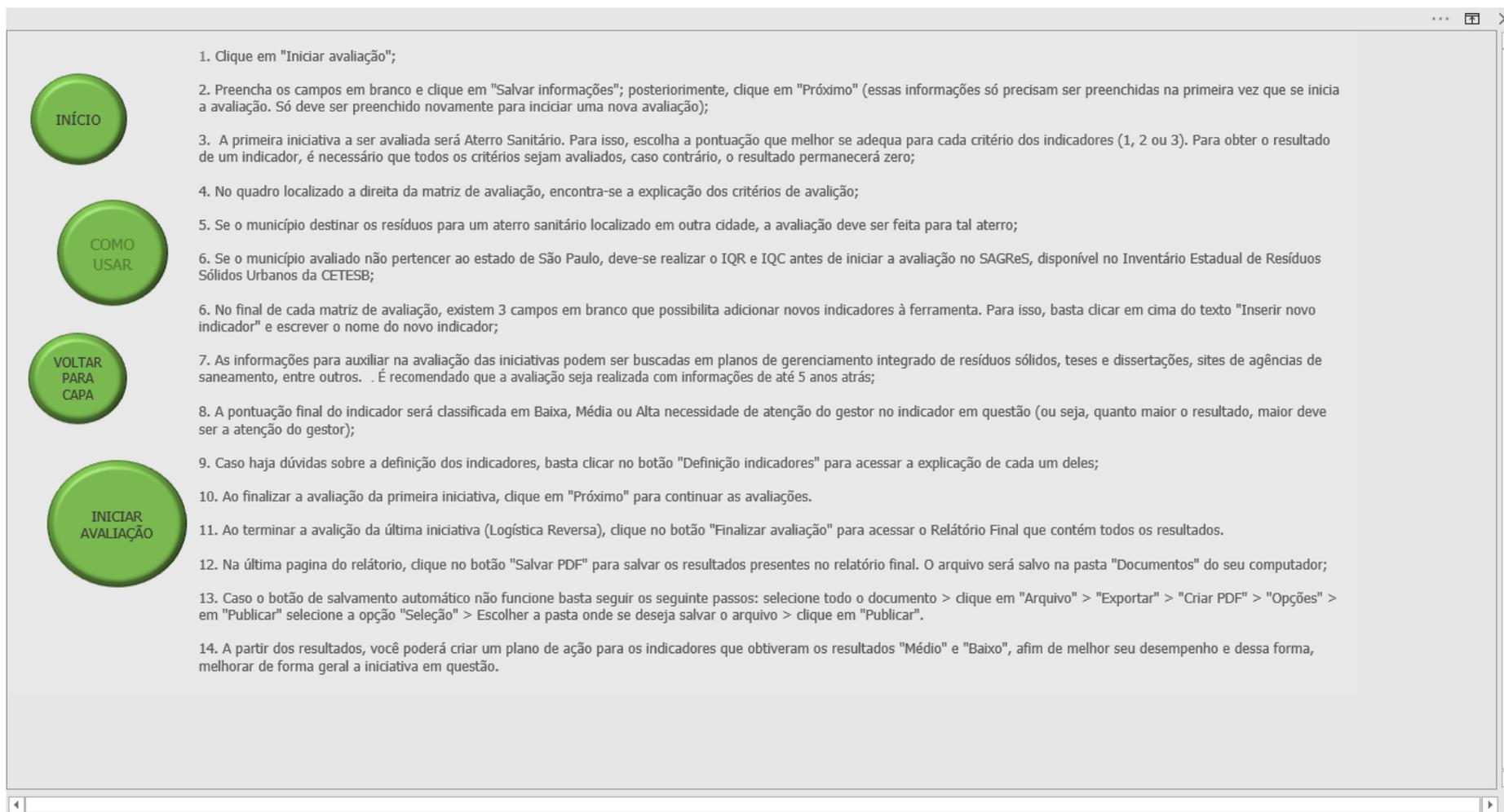
Fonte: autora

Figura 21 – Página “Início” da ferramenta SAGReS



Fonte: autora

Figura 22 – Página “Como Usar” da ferramenta SAGReS



Fonte: autora

Figura 23 – Página “Iniciar Avaliação” da ferramenta SAGReS

INÍCIO

COMO USAR

VOLTAR PARA CAPA

INICIAR AVALIAÇÃO

Nome do município

Quantidade de habitantes
(ex: 200 mil)

Quantidade de resíduos gerados por pessoa diariamente
(ex: 1,5 kg/dia)

Salvar Informações

Próximo

Fonte: autora

Figura 24 – Página de avaliação da iniciativa “aterro sanitário” da ferramenta SAGReS

ATERRO SANITÁRIO

ATERRO SANITÁRIO

COLETA SELETIVA

COMPOSTAGEM

CONSÓRCIO PÚBLICO

LOGÍSTICA REVERSA

	Existência da informação	Qualidade da informação	Importância da informação	Resultado
Existência de política ambiental	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Existência de controle de custos da operação do aterro	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Classificação do IQR	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Existência de consulta a população residente nas proximidades do aterro para identificação de problemas ambientais	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Existência de programas e campanhas socioeducativas, visitas monitoradas	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Existência de realização de exames periódicos e preventivos para funcionários da operação do aterro	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Nível de utilização de EPIs nos funcionários	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Nível de ruído no local	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Existência de materiais de cobertura nas vias de acesso	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Existência de controle de poeiras	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Inserir novo indicador	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Inserir novo indicador	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Inserir novo indicador	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0

Alta necessidade de atenção do gestor para estabelecer ações prioritárias

Média necessidade de atenção do gestor para estabelecer ações prioritárias

Baixa necessidade de atenção do gestor para estabelecer ações prioritárias

Definição indicadores

Existência da informação:

- 1 - Existe
- 2 - Em construção
- 3 - Não Existe

Qualidade da informação:

- 1 - Boa
- 2 - Média
- 3 - Ruim

Importância da informação:

- 1 - Alta
- 2 - Média
- 3 - Baixa

Existência da informação: Refere-se à informação que o indicador representa.
Pergunta de referência: a informação referente ao indicador analisado existe (sim, em construção ou não)?

Qualidade da informação: Refere-se à qualidade da informação frente ao nível de detalhamento que ela apresenta.
Pergunta de referência: qual a qualidade da informação (baixa, média ou alta)?

Importância da informação: Refere-se à importância da informação frente o indicador analisado.
Pergunta de referência: qual o nível de importância da informação que o indicador apresenta (baixo, médio ou alto)?

Fonte: autora

Figura 25 – Página de definição dos indicadores da iniciativa “aterro sanitário” da ferramenta SAGReS

INDICADORES - ATERRO SANITÁRIO	
INDICADORES	DEFINIÇÃO
1	Existência de política ambiental Administração do aterro se comprometeu em realizar política ambiental para assumir certas responsabilidades
2	Existência de controle de custos da operação do aterro Conhecimento da administração sobre todos os custos envolvidos na atividade
3	Classificação do IQR* *Índice de Qualidade de aterros sanitários realizado anualmente pela CETESB e engloba questões relacionadas à estrutura de apoio, frente de trabalho, taludes e bermas, superfície superior, estrutura de proteção ambiental, características da área e outras informações
4	Existência de consulta a população residente nas proximidades do aterro para identificação de problemas ambientais População do entorno é consultada para conhecimento de desconfortos gerados pelo odor, ruído, material particulado no ar, entre outros
5	Existência de programas e campanhas socio educativas, visitas monitoradas (funcionários e público externo) Realização de ações pela administração para visitas monitoradas afim de sensibilizar a população, principalmente alunos de escolas e também campanhas de educação ambiental para os próprios funcionários do aterro
6	Existência de realização de exames periódicos e preventivos para funcionários da operação do aterro Realização de exames periódicos nos funcionários de operação para controle de problemas de audição, respiratórios, na ergonomia, entre outros
7	Nível de utilização de EPIs nos funcionários Como e se os funcionários utilizam os EPIs
8	Nível de ruído do local Medição em hertz do ruído dentro da área do aterro
9	Existência de materiais de cobertura nas vias de acesso Realização de algum tipo de cobertura nas vias de acesso do aterro, como asfalto, piçarra, entre outros, para evitar a poeira causada pelas estradas de terra
10	Existência de controle de poeiras Existência de algum tipo de iniciativa que evite o levantamento de poeira, tanto os de origem das estradas quanto as de origem da cobertura dos resíduos

Fonte: autora

Figura 26 – Página de avaliação da iniciativa “coleta seletiva” da ferramenta SAGReS

COLETA SELETIVA

Definição indicadores

	Existência da informação	Qualidade da informação	Importância da informação	Resultado	
ATERRO SANITÁRIO	Existência do tópico "Coleta Seletiva" no PMGIRS	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
	Existência de parcerias para o funcionamento da CS	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
	Existência de canais de participação da sociedade civil e de organizações de catadores na gestão da CS	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
COLETA SELETIVA	Nível das condições de trabalho sob a ótica do cooperado	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
	Existência de acompanhamento e análise da separação na cooperativa	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
	Existência de planejamento e apoio a capacitação dos catadores	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
COMPOSTAGEM	Existência de levantamento e controle das causas de absenteísmo	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
	Quantidade (Kg ou %) de materiais aproveitados pela CS (excluindo rejeito)	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
	Existência de diversificação na cooperativa	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
CONSÓRCIO PÚBLICO	% da abrangência da CS no município	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
	Inserir novo indicador	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
	Inserir novo indicador	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
LOGÍSTICA REVERSA	Inserir novo indicador	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0

Alta necessidade de atenção do gestor para estabelecer ações prioritárias

Média necessidade de atenção do gestor para estabelecer ações prioritárias

Baixa necessidade de atenção do gestor para estabelecer ações prioritárias

Existência da informação: 1 - Existe
2 - Em construção
3 - Não Existe

Qualidade da informação: 1 - Boa
2 - Média
3 - Ruim

Importância da informação: 1 - Alta
2 - Média
3 - Baixa

Existência da informação: Refere-se à informação que o indicador representa.
Pergunta de referência: a informação referente ao indicador analisado existe (sim, em construção ou não)?

Qualidade da informação: Refere-se à qualidade da informação frente ao nível de detalhamento que ela apresenta.
Pergunta de referência: qual a qualidade da informação (baixa, média ou alta)?

Importância da informação: Refere-se à importância da informação frente o indicador analisado.
Pergunta de referência: qual o nível de importância da informação que o indicador apresenta (baixo,

Voltar para o início Próximo

Fonte: autora

Figura 27 – Página de definição dos indicadores da iniciativa “coleta seletiva” da ferramenta SAGReS

INDICADORES - COLETA SELETIVA		
	INDICADORES	DEFINIÇÃO
1	Existência do tópico “Coleta seletiva” no PMGIRS	Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos deve contemplar as questões relacionadas à coleta seletiva
2	Existência de parcerias para o funcionamento da coleta seletiva	Cooperativa deve possuir parcerias que subsidiem equipamento, recursos financeiros, entre outros
3	Existência de canais de participação da sociedade civil e de organizações de catadores na gestão da coleta seletiva	Prefeituras e cooperativas devem facilitar a participação da sociedade civil, por meio de reuniões, simpósios, entre outros
4	Nível das condições de trabalho sob a ótica do cooperado	Existência de controle dentro das cooperativas para avaliar as condições de trabalho como a utilização de EPIs, questões ergonômicas, entre outros
5	Existência de acompanhamento e análise da separação na cooperativa	Realização de aquisição de equipamentos, controle das vendas, dos rejeitos, levantamento de necessidades para melhoria do processo – curso de capacitação para comercialização de produtos; segurança e controle do uso de EPIs aos catadores, entre outros, pela cooperativa.
6	Existência de planejamento e apoio a capacitação dos catadores	Realização de cursos de capacitação para os cooperados, oferecidos pelas prefeituras e cooperativas.
7	Existência de levantamento e controle das causas de absenteísmo	Controle da administração sobre as faltas e afastamentos em geral e realização de ações para que isso não ocorra
8	Quantidade (Kg ou %) de materiais aproveitados pela coleta seletiva (excluindo os rejeitos)	Quantidade de materiais aproveitados pela coleta seletiva deve ser maior que 75% do total, excluindo os rejeitos
9	Existência de diversificação na cooperativa	Existência de serviços para coleta seletiva como a coleta porta a porta, segregação de resíduos, contabilidade, entre outros
10	Porcentagem da abrangência da coleta seletiva no município	Porcentagem da população atendida pelo serviço (cobertura do serviço)

Fonte: autora

Figura 28 – Página de avaliação da iniciativa “compostagem” da ferramenta SAGReS

COMPOSTAGEM

- ATERRO
SANITÁRIO
- COLETA
SELETIVA
- COMPOSTAGEM
- CONSÓRCIO
PÚBLICO
- LOGÍSTICA
REVERSA

	Existência da informação	Qualidade da informação	Importância da informação	Resultado
Nível de condições de trabalho	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Existência de controle e planejamento para a forma de coleta e acondicionamento do material orgânico	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Quantidade de materiais inertes no composto final	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Frequência da triagem	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Existência de controle da relação carbono/nitrogênio	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Existência de controle do volume da leira	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Existência de tecnologia no processo da compostagem	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Existência de controle do tamanho de partículas presentes nas leiras	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Classificação do IQC	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Existência de estradas de acesso	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Inserir novo indicador	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Inserir novo indicador	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Inserir novo indicador	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0

Alta necessidade de atenção do gestor para estabelecer ações prioritárias
Média necessidade de atenção do gestor para estabelecer ações prioritárias
Baixa necessidade de atenção do gestor para estabelecer ações prioritárias

Definição indicadores

Existência da informação:
1 - Existe
2 - Em construção
3 - Não Existe

Qualidade da informação:
1 - Boa
2 - Média
3 - Ruim

Importância da informação:
1 - Alta
2 - Média
3 - Baixa

Existência da informação: Refere-se à informação que o indicador representa.
Pergunta de referência: a informação referente ao indicador analisado existe (sim, em construção ou não)?

Qualidade da informação: Refere-se à qualidade da informação frente ao nível de detalhamento que ela apresenta.
Pergunta de referência: qual a qualidade da informação (baixa, média ou alta)?

Importância da informação: Refere-se à importância da informação frente o indicador analisado.
Pergunta de referência: qual o nível de importância da informação que o indicador apresenta (baixo, médio ou alto)?

Voltar para o início
Próximo

Fonte: autora

Figura 29 – Página de definição dos indicadores da iniciativa “compostagem” da ferramenta SAGReS

INDICADORES - COMPOSTAGEM	
INDICADORES	DEFINIÇÃO
1	Nível de condições de trabalho Existência de controle relacionado aos riscos químicos, físicos, biológicos, mecânicos e ergonômicos que os funcionários estão submetidos
2	Existência de controle e planejamento para a forma de coleta e acondicionamento do material orgânico A coleta deve atender todo o município e deve ocorrer de forma organizada, além de possuir acondicionamento adequado que impeça atração de vetores e maus odores
3	Quantidade de materiais inertes no composto final A usina deve estar fazendo um trabalho satisfatório na fase de triagem, para evitar que materiais inertes estejam no composto final (vidro, plástico, metal, entre outros)
4	Frequência da triagem Município deve realizar triagem todos os dias ou nos dias de coleta
5	Existência de controle da relação carbono/nitrogênio A relação entre os dois compostos significa o grau de decomposição da matéria orgânica e sua proporção deve ser entre 25/1 e 35/1 ou 40/1 e 50/1
6	Existência de controle do volume da leira A leira deve ser medida para que seu tamanho impeça a rápida dissipação de calor e umidade e permita assim, atingir temperaturas suficientes (65°C a 70°C) para eliminar organismos patogênicos
7	Existência de tecnologia no processo da compostagem Existência de máquinas que auxiliem o trabalho, como esteiras para triagem, máquinas de prensagem, enfiamento, entre outras tecnologias
8	Existência de controle do tamanho de partículas presentes nas leiras Existência de controle do tamanho dos materiais orgânicos para que estes tenham dimensões entre 1 a 7 cm, de forma que facilite a decomposição
9	Classificação do IQC *Índice de Qualidade de Usinas de Compostagem realizado anualmente pela CETESB que engloba as questões de características do local, infraestrutura implantada e condições operacionais.
10	Existência de estradas de acesso Existência de vias de acesso à usina de compostagem para facilitar o transporte dos resíduos

Voltar

Fonte: autora

Figura 30 – Página de avaliação da iniciativa “consórcio público” da ferramenta SAGReS

CONSÓRCIO PÚBLICO

- ATERRO
SANITÁRIO
- COLETA
SELETIVA
- COMPOSTAGEM
- CONSÓRCIO
PÚBLICO
- LOGÍSTICA
REVERSA

	Existência da informação	Qualidade da informação	Importância da informação	Resultado
Existência de articulação e integração dos entes consorciados para manutenção dos consórcios	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Existência de planejamento integrado entre os municípios	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Existência de programa de mobilização e sensibilização socioeducativa	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Existência de apoio e incentivo para fomento de consórcio intermunicipais	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Existência de planejamento de atividades a curto, médio e longo prazos	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Existência de ganhos pelo aumento de escala de serviço	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Existência de mecanismos para garantir a participação popular	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Existência de controle e divulgação de resultados obtidos	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Existência de critérios adotados para definição de prioridade	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Existência de controle para a redução de custos operacionais	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Inserir novo indicador	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Inserir novo indicador	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Inserir novo indicador	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0

Alta necessidade de atenção do gestor para estabelecer ações prioritárias

Média necessidade de atenção do gestor para estabelecer ações prioritárias

Baixa necessidade de atenção do gestor para estabelecer ações prioritárias

Definição indicadores

Existência da informação:
1 - Existe
2 - Em construção
3 - Não Existe

Qualidade da informação:
1 - Boa
2 - Média
3 - Ruim

Importância da informação:
1 - Alta
2 - Média
3 - Baixa

Existência da informação: Refere-se à informação que o indicador representa.
Pergunta de referência: a informação referente ao indicador analisado existe (sim, em construção ou não)?

Qualidade da informação: Refere-se à qualidade da informação frente ao nível de detalhamento que ela apresenta.
Pergunta de referência: qual a qualidade da informação (baixa, média ou alta)?

Importância da informação: Refere-se à importância da informação frente ao indicador analisado.
Pergunta de referência: qual o nível de importância da informação que o indicador apresenta (baixo, médio ou alto)?

Voltar para o início
Próximo

Fonte: autora

Figura 31 – Página de definição dos indicadores da iniciativa “consórcio público” da ferramenta SAGReS

INDICADORES - CONSÓRCIO PÚBLICO		
	INDICADORES	DEFINIÇÃO
1	Existência de articulação e integração dos entes consorciados para manutenção dos consórcios	Existência de planejamento para que os entes consorciados estejam sempre em contato de forma que facilite a manutenção do consórcio
2	Existência de planejamento integrado entre os municípios	Municípios consorciados devem realizar um planejamento integrado para que todos os entes envolvidos estejam trabalhando de forma conjunta
3	Existência de programa de mobilização e sensibilização socioeducativa	Municípios consorciados devem buscar iniciativas para que a população tenha conhecimento do consórcio em que estão inseridos e ainda sensibilizem a população para o descarte correto de resíduos sólidos
4	Existência de apoio e incentivo para fomento de consórcio intermunicipais	Prefeituras devem buscar apoio e incentivo tanto privado quanto do governo, para fomentar os consórcios intermunicipais
5	Existência de planejamento de atividades a curto, médio e longo prazos	Municípios consorciados devem realizar planejamento em escala de tempo diversa, de forma que consiga atender as necessidades do presente sem deixar de dar atenção para as atividades a longo prazo
6	Existência de ganhos pelo aumento de escala de serviço	Existência de controle dos ganhos por aumentar a escala do serviço, ou seja, o tanto que o serviço foi otimizado
7	Existência de mecanismos para garantir a participação popular	Municípios consorciados devem buscar iniciativas que convidem a população a participar das decisões do consórcio
8	Existência de controle para a redução de custos operacionais	Gestores devem ser responsáveis pelo consórcio e ter conhecimento da vantagem financeira da implantação do mesmo
9	Existência de critérios adotados para definição de prioridade	Existência de critérios definidos para priorizar as atividades e devem ser escolhidas com base em reuniões políticas ou em seleção aleatória
10	Existência de controle e divulgação de resultados obtidos	Gestores responsáveis pelo consórcio devem buscar transparência nos resultados obtidos, de forma a divulgá-los e que seja acessível a toda população

Voltar

Fonte: autora

Figura 32 – Página de avaliação da iniciativa “logística reversa” da ferramenta SAGReS

LOGÍSTICA REVERSA

- ATERRO
SANITÁRIO
- COLETA
SELETIVA
- COMPOSTAGEM
- CONSÓRCIO
PÚBLICO
- LOGÍSTICA
REVERSA

	Existência da informação	Qualidade da informação	Importância da informação	Resultado
Existência de canais de comunicação	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Existência de parceria da logística reversa com a catação de recicláveis	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Existência de rede ou consórcio para implantação e manutenção da logística reversa	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Taxa de eficiência da recuperação	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Existência de legislação para logística reversa	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Quantidade (kg ou %) de material recuperado em relação ao recebido	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Existência de tecnologias e inovação de processo	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Existência de controle financeiro da logística reversa	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Quantidade de impactos ambientais minimizados	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Existência de caracterização e controle de riscos identificados	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Inserir novo indicador	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Inserir novo indicador	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0
Inserir novo indicador	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	0

Alta necessidade de atenção do gestor para estabelecer ações prioritárias

Média necessidade de atenção do gestor para estabelecer ações prioritárias

Baixa necessidade de atenção do gestor para estabelecer ações prioritárias

Definição indicadores

Existência da informação:
1 - Existe
2 - Em construção
3 - Não Existe

Qualidade da informação:
1 - Boa
2 - Média
3 - Ruim

Importância da informação:
1 - Alta
2 - Média
3 - Baixa

Existência da informação: Refere-se à informação que o indicador representa.
Pergunta de referência: a informação referente ao indicador analisado existe (sim, em construção ou não)?

Qualidade da informação: Refere-se à qualidade da informação frente ao nível de detalhamento que ela apresenta.
Pergunta de referência: qual a qualidade da informação (baixa, média ou alta)?

Importância da informação: Refere-se à importância da informação frente o indicador analisado.
Pergunta de referência: qual o nível de importância da informação que o indicador apresenta (baixo, médio ou alto)?

Voltar para o início
Finalizar avaliação

Fonte: autora

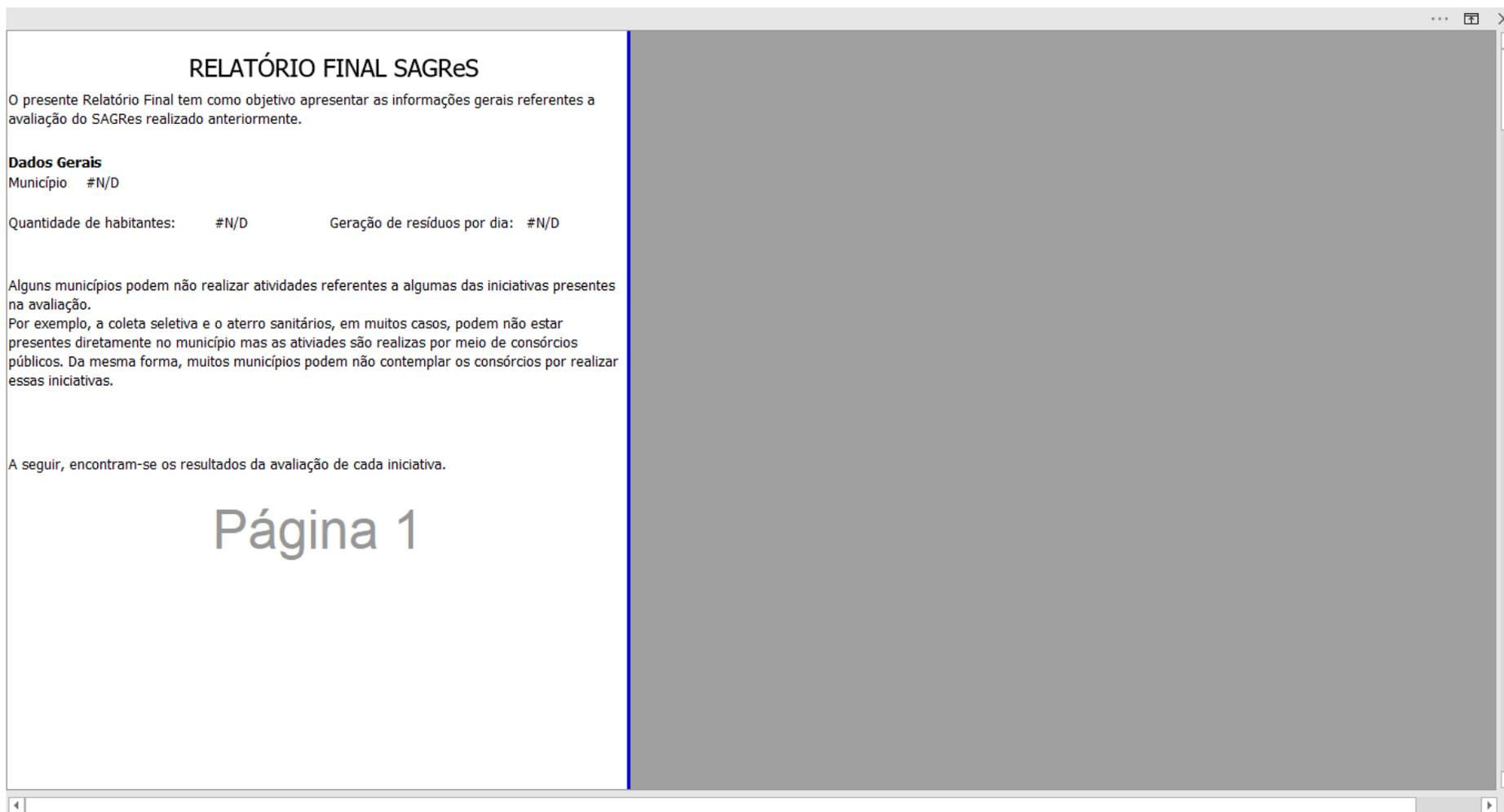
Figura 33 – Página de definição dos indicadores da iniciativa “logística reversa” da ferramenta SAGReS

INDICADORES - LOGÍSTICA REVERSA	
INDICADORES	DEFINIÇÃO
1	Existência de canais de comunicação Organizações e Estado devem oferecer canais de comunicação de fácil acesso para toda a sociedade com informações sobre a logística reversa, como sites, relatórios, vídeos, depoimentos, entre outros
2	Existência de parceria da logística reversa com a catção de recicláveis Município e as organizações devem estabelecer parcerias para que determinados materiais sejam destinados à empresas de logística reversa
3	Existência de rede ou consórcio para implantação e manutenção da logística reversa A iniciativa da logística reversa deve estar em parceria com outras organizações ou municípios
4	Taxa de eficiência da recuperação Razão entre a quantidade de materiais recuperados pela quantidade de total de materiais enviados para a logística reversa
5	Existência de legislação para logística reversa Existência de leis sobre logística reversa em escala municipal ou intermunicipal.
6	Quantidade (kg ou %) de material recuperado em relação ao recebido Porção do material que foi recuperado pela logística reversa em relação a quantidade inicial de material recebido
7	Existência de tecnologias e inovação de processo Organizações e o governo devem trabalhar em conjunto para desenvolver novas tecnologias para melhoramento dos processos
8	Existência de controle financeiro da logística reversa Organização e o Estado devem ter controle financeiro da comercialização, recuperação, investimentos, entre outros, da implantação da logística reversa
9	Quantidade de impactos ambientais minimizados Contabilização dos impactos ambientais que foram evitados ou minimizados em razão da implantação da logística reversa (ex: quantidade de árvores que deixaram de ser cortadas num programa de logística reversa de paletes ou a redução de uso primário de alumínio)
10	Existência de caracterização e controle de riscos identificados Organização e o governo devem realizar a identificação, mensuração e controle dos riscos associados a implantação da logística reversa, assim como proposição de medidas de precaução e prevenção

Voltar

Fonte: autora

Figura 34 – Página do relatório final da ferramenta SAGReS



Fonte: autora

ANEXO I – Quadro para avaliação do IQR

Quadro 18 – Avaliação do IQR da CETESB (Continua...)

ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR	
MUNICÍPIO:	DATA:
LOCAL:	AGÊNCIA:
BACIA HIDROGRÁFICA:	UGRHI:
LICENÇA: LL: LO:	TÉCNICO:

ITEM	SUB-ITEM	AValiação	PESO	PONTOS
ESTRUTURA DE APOIO	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	1		
4. ACESSO À FRENTE DE DESCARGAS	ADEQUADO	3		
	INADEQUADO	0		
FRENTE DE TRABALHO	5. DIMENSÕES DA FRENTE DE TRABALHO	ADEQUADO	5	
		INADEQUADO	0	
	6. COMPACTAÇÃO DOS RESÍDUOS	ADEQUADO	5	
7. RECOBRIMENTO DOS RESÍDUOS	ADEQUADO	5		
	INADEQUADO	0		
TALUDES E BERMAS	8. DIMENSÕES E INCLINAÇÕES	ADEQUADO	4	
		INADEQUADO	0	
	9. COBERTURA DE TERRA	ADEQUADO	4	
		INADEQUADO	0	
10. PROTEÇÃO VEGETAL	ADEQUADO	3		
	INADEQUADO	0		
11. AFLORAMENTO DE CHORUME	NÃO/RARO	4		
	SIM/NUMEROSOS	0		
SUPERFÍCIE SUPERIOR	12. NIVELAMENTO DA SUPERFÍCIE	ADEQUADO	5	
		INADEQUADO	0	
13. HOMOGENEIDADE DA COBERTURA	SIM	5		
	NÃO	0		
ESTRUTURA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	14. IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO	SIM/ADEQUADA	10	
		NÃO/INADEQUADA	0	
	15. PROP. LENÇOL FREÁTICO (P) X PERMEABILIDADE DO SOLO (K)	$P > 3m, k < 10^{-6} cm/s$	4	
		$k < 3m, k < 10^{-6}$	2	
		CONDIÇÃO INADEQUADA	0	
	16. DRENAGEM DE CHORUME	SIM/SUFICIENTE	4	
		NÃO/INSUFICIENTE	0	
	17. TRATAMENTO DE CHORUME	SIM/ADEQUADA	4	
		NÃO/INADEQUADA	0	
	18. DRENAGEM PROVISÓRIA DE ÁGUAS PLUVIAIS	SUFICIENTE/DESNECESS	3	
		NÃO/INSUFICIENTE	0	
	19. DRENAGEM DEFINITIVA DE ÁGUAS PLUVIAIS	SUFICIENTE/DESNECESS	4	
NÃO/INSUFICIENTE		0		
20. DRENAGEM DE GASES	SUFICIENTE/DESNECESS	4		
	NÃO/INSUFICIENTE	0		
21. MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	ADEQUADO	4		
	INADEQUADO/INSUF.	1		
	INEXISTENTE	0		
22. MONITORAMENTO GEOTÉCNICO	ADEQUADO/DESNECESS	4		
	INADEQUADO/INSUF.	1		
	INEXISTENTE	0		
SUBTOTAL 1				86

ITEM	SUB-ITEM	AValiação	PESO	PONTOS
OUTRAS INFORMAÇÕES	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	2	
		SIM	0	
28. RECEBIMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS	SIM			
	NÃO			
29. ESTRUTURAS E PROCEDIMENTOS	SUFICIENTE/ADEQ	10		
	INSUFICIENTE/INADEQ	0		
SUBTOTAL 2.1				10
SUBTOTAL 2.2				20
CARACTERÍSTICA DA ÁREA	30. PROXIMIDADE DE NÚCLEOS HABITACIONAIS	$\geq 500m$	2	
		$< 500m$	0	
	31. PROXIMIDADE DE CORPOS DE ÁGUA	$\geq 200m$	2	
		$< 200m$	0	
	32. VIDA ÚTIL DA ÁREA	≤ 2 ANOS		
$2 < x \leq 5$ ANOS				
33. RESTRIÇÕES LEGAIS AO USO DO SOLO	SIM			
	NAO			
SUBTOTAL 3				4

TOTAL MÁXIMO (100)	TOTAL MÁXIMO (110)
TOTAL MÁXIMO 2.1 sem recebimento de resíduos industriais	TOTAL MÁXIMO 2.2 com recebimento de resíduos industriais
<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>	<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>
IQR-SOMA DOS PONTOS/10 sem recebimento de resíduos industriais	IQR-SOMA DOS PONTOS/11 com recebimento de resíduos industriais
<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>	<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>

Cálculo do IQR
 (sem receb. resíduos industriais) IQR = (SUBTOTAIS 1+2.1+3)/10 = 10,0
 (com receb. resíduos industriais) IQR = (SUBTOTAIS 1+2.2+3)/11 = 10,0

IQR	AValiação
0,0 a 7,0	CONDIÇÕES INADEQUADAS
7,1 a 10,0	CONDIÇÕES ADEQUADAS

Quadro 18 – Avaliação do IQR da CETESB (Continuação)

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR	
MUNICÍPIO:	DATA:
LOCAL:	AGÊNCIA:
BACIA HIDROGRÁFICA:	UGRHI:
LICENÇA: L.I.: <input type="checkbox"/> L.O.: <input type="checkbox"/>	TÉCNICO:

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

Capacidade licenciada em ton/dia (Aterro Regional)

CAPACIDADE LICENCIADA EM TON/DIA:

QUANTIDADE DISPOSTA DO MUNICÍPIO EM TON/DIA (MÉDIA ANUAL):

Tratamento de Biogás

SIM NÃO CABE NÃO

Coordenadas Geográficas (SAD 69)

UTM_N (m):

UTM_E (m):

FUSO 22 23

Uso futuro da área

DESCREVER

Nº de Catadores

TOTAL < 14 ANOS

Fonte: CETESB (2018)

ANEXO II – Quadro para avaliação do IQC

Quadro 19 – Avaliação do IQC da CETESB

ÍNDICE DE QUALIDADE DE USINAS DE COMPOSTAGEM - IQC				
MUNICÍPIO:			DATA:	
LOCAL:			AGÊNCIA:	
BACIA HIDROGRÁFICA:			UGRHI:	
LICENÇA: LL: LO:			TÉCNICO:	

ITEM	SUB-ITEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTOS
1	PROXIMIDADE DE NÚCLEOS HABITACIONAIS	LONGE>500m	4	
		PRÓXIMO	0	
	PROXIMIDADE DE CORPOS DE ÁGUA	LONGE>200m	4	
		PRÓXIMO	0	
	PROFUNDIDADE DO LENÇOL FREÁTICO	MAIOR 3m	2	
		DE 0 A 1m	1	
		DE 0 A 1m	0	
	PERMEABILIDADE DO SOLO	BAIXA	2	
		MÉDIA	1	
		ALTA	0	
	CONDIÇÕES DE SISTEMA VIÁRIO, TRÂNSITO E ACESSO	BOAS	2	
		REGULARES	1	
		MÁS	0	
	ISOLAMENTO VISUAL DA VIZINHANÇA	BOM	2	
MAU		0		
LEGALIDADE DE LOCALIZAÇÃO	PERMITIDO	4		
	PROIBIDO	0		
SUBTOTAL MÁXIMO			20	
2	ATERRO SANITÁRIO PARA REJEITOS	ADEQUADO	20	
		CONTROLADO	10	
		INEXISTENTE	0	
	CERCAMENTO DA ÁREA	SIM/DESNEC.	1	
		NÃO	0	
	BALANÇA	SIM / DESNEC.	2	
		NÃO	0	
	PORTARIA OU GUARITA	SIM / DESNEC.	2	
		NÃO	0	
	CONTROLE DE RECEB. DE CARGAS	SIM	2	
		NÃO	0	
	POÇO DE RECEPÇÃO OU TREMONHA	SIM / DESNEC.	4	
		NÃO	0	
	ESTEIRA DE CATAÇÃO	SIM / DESNEC.	5	
		NÃO	0	
	PÁTIO DE CURA	SIM	4	
		NÃO	0	
	IMPERMEABILIZAÇÃO DO PÁTIO DE CURA	EXISTENTE	5	
		INSUFICIENTE	2	
		INEXISTENTE	0	
	EQUIPAMENTO PARA REVIDADE DE LEIRAS	SIM / DESNEC.	2	
		NÃO	0	
	BAIAS PARA MATERIAL TRIADO	SIM / DESNEC.	3	
		NÃO	0	
	COBERTURA DAS BAIAS	SIM	2	
		NÃO	0	
	PRENSAS PARA MATERIAL TRIADO	SIM	1	
		NÃO	0	
	PENEIRA PARA COMPOSTO CURADO	SIM	1	
		NÃO	0	
INSTALAÇÕES DE APOIO	BOAS	3		
	REGULARES	1		
	INEXISTENTES	0		
DRENAGEM DE LÍQUIDOS PERCOLADOS	SIM	2		
	NÃO	0		
DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS	SIM	2		
	NÃO	0		
SISTEMA DE TRAT. DE LÍQUIDOS PERCOLADOS	SIM	2		
	NÃO	0		
MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	SIM	2		
	NÃO	0		
SUBTOTAL MÁXIMO			65	

ITEM	SUB-ITEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTOS
3	ASPECTO GERAL DA USINA	BOM	5	
		REGULAR	3	
		MAU	0	
	EXISTÊNCIA DE MOSCA	POUCA	3	
		NORMAL	1	
		EXCESSIVA	0	
	EXALAÇÃO DE ODORES	SÓ PRÓX. LEIRAS	5	
		DENTRO USINA	3	
		FORA USINA	0	
	CAPACIDADE TREMONHA	SUFICIENTE	4	
		INSUFICIENTE	0	
	TRIAGEM NA ESTEIRA	EFICIENTE	5	
		REGULAR	2	
		INEXISTENTE	0	
	CONTROLE DE REVIRADA DAS LEIRAS	EFICIENTE	6	
		REGULAR	3	
		INEXISTENTE	0	
	CONTROLE DE UMIDADE NAS LEIRAS	EFICIENTE	4	
		REGULAR	2	
		INEXISTENTE	0	
	CONTROLE DE TEMPERATURA NAS LEIRAS	EFICIENTE	4	
		REGULAR	2	
		INEXISTENTE	0	
	CONTROLE DE pH NAS LEIRAS	EFICIENTE	4	
		REGULAR	2	
		INEXISTENTE	0	
	PENEIRAMENTO DEPOIS DA CURA	EFICIENTE	2	
		REGULAR	1	
		INEXISTENTE	0	
	QUALIDADE DO MATERIAL RECICLADO	BOM	4	
REGULAR		2		
MAU		0		
FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DE LIQ. PERCOLADOS	EFICIENTE	4		
	REGULAR	2		
	INEXISTENTE	0		
FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS	EFICIENTE	2		
	REGULAR	1		
	INEXISTENTE	0		
FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE TRAT. DE LÍQUIDOS PERCOLADOS	EFICIENTE	3		
	REGULAR	1		
	INEXISTENTE	0		
SUBTOTAL MÁXIMO			55	

TOTAL MÁXIMO	140
---------------------	------------

IQC = SOMA DOS PONTOS / 14	
-----------------------------------	--

IQC	AVALIAÇÃO
0 A 7	CONDIÇÕES INADEQUADAS
7,1 A 10	CONDIÇÕES ADEQUADAS

Fonte: CETESB (2018)