



UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL DA BAHIA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

MARCONI VIEIRA DA SILVA

**PROPOSTA DE ARRANJOS INTERMUNICIPAIS PARA O
GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
URBANOS NOS MUNICÍPIOS DA COSTA DO DESCOBRIMENTO, SUL
DA BAHIA, BRASIL**

PORTO SEGURO
2021

MARCONI VIEIRA DA SILVA

**PROPOSTA DE ARRANJOS INTERMUNICIPAIS PARA O GERENCIAMENTO
INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NOS MUNICÍPIOS DA COSTA
DO DESCOBRIMENTO, SUL DA BAHIA, BRASIL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciências e Tecnologias Ambientais da Universidade Federal do Sul da Bahia e do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, com vistas à obtenção do título de mestre em Ciências e Tecnologias Ambientais.

Orientador(a): Prof. Dr. Elfany Reis do N. Lopes

PORTO SEGURO
2021

**Catálogo na Publicação (CIP)
Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB)
Sistema de Bibliotecas (SIBI)**

S586p Silva, Marconi Vieira da, 1981 -
Proposta de arranjos intermunicipais para o gerenciamento integrado de
resíduos sólidos urbanos nos municípios da Costa do Descobrimento, Sul da
Bahia, Brasil./ Marconi Vieira da Silva. – Porto Seguro, 2021.
82 f.

Orientador: Elfany Reis do Nascimento Lopes
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Sul da Bahia. Programa
de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias Ambientais. Campus Sosígenes
Costa.

1. Resíduos Sólidos Urbanos. 2. Caracterização Gravimétrica. 3. Consórcio
Intermunicipal. I. Lopes, Elfany Reis do Nascimento. II. Título.

CDD – 363.728

Elaborado por Lucas Sousa Carvalho - CRB-5/1883

MARCONI VIEIRA DA SILVA

PROPOSTA DE ARRANJOS INTERMUNICIPAIS PARA O GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NOS MUNICÍPIOS DA COSTA DO DESCOBRIMENTO, SUL DA BAHIA, BRASIL

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciências e Tecnologias Ambientais da Universidade Federal do Sul da Bahia e do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, com vistas à obtenção do título de mestre em Ciências e Tecnologias Ambientais.

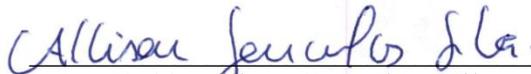
Orientador(a): Prof. Dr. Elfany Reis do N. Lopes

Este trabalho foi submetido à avaliação e julgado aprovado em: 05/11/2021.

BANCA EXAMINADORA



Dr(a). Jailson Santos de Novais
UFSB/PPGCTA



Dr(a). Allison Gonçalves Silva
IFBA/PPGCTA

ORIENTADOR



Dr. Elfany Reis do Nascimento Lopes
Universidade Federal Sul da Bahia

PORTO SEGURO
2021

AGRADECIMENTOS

Ao meu anjo da guarda, protetor e guia.

À minha esposa, pela sua confiança, apoio, incentivo e amor.

Ao meu orientador e amigo, Prof. Dr. Elfany Reis, pela confiança, comprometimento, apoio, incentivo, cobranças, presença e disponibilidade. A sua condução e participação em todo o processo foram fundamentais para o aprimoramento e conclusão deste trabalho. Sob sua orientação aprendi, amadureci e evolui tanto profissional como academicamente. Terás sempre o meu respeito, amizade, admiração e gratidão.

SILVA, Marconi Vieira da. **Proposta de arranjos intermunicipais para o gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos nos municípios da Costa do Descobrimento, Sul da Bahia, Brasil.** Orientador: Elfany Reis do Nascimento Lopes. 2021. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologias Ambientais) – Universidade Federal do Sul da Bahia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Porto Seguro, 2021.

RESUMO

Apesar da promulgação da Política Nacional de Resíduos, muitos municípios enfrentam dificuldades para o seu cumprimento, de maneira a perpetuar os impactos negativos ocasionados pelo manejo inadequado dos resíduos sólidos urbanos. Dificuldades essas potencializadas por questões técnicas, financeiras, gerenciais e políticas, mas que podem ser minimizadas ou contornadas através da formação de um consórcio intermunicipal. Neste contexto, a presente pesquisa objetivou elaborar um sistema de arranjo intermunicipal para o gerenciamento integrado de resíduos, visando subsidiar a implantação de consórcio intermunicipal entre os oito municípios da Costa do Descobrimento, Sul da Bahia, Brasil. Foram realizadas a avaliação quali-quantitativa dos resíduos gerados no meio urbano; avaliação *in loco* dos locais de disposição final pela técnica do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos; definição da geração *per capita* de resíduos; estimativa de projeção populacional em um horizonte de vinte anos por meio do uso de diferentes modelos matemáticos, e a análise espacial do território para a priorização dos critérios para a definição dos arranjos. Os resultados demonstraram que 75% dos municípios da região estudada não possuem iniciativas baseadas na hierarquização de prevenção, redução, reutilização, reciclagem, tratamento, ou disposição ambientalmente adequada dos resíduos sólidos urbanos, sendo realizado apenas a coleta e afastamento das áreas urbanizadas, e 25% deles iniciaram em 2021 o descarte dos resíduos coletados em aterro sanitário. A análise territorial resultou na proposta de dois arranjos intermunicipais otimizados, ambos com uma única unidade de disposição final de resíduos e outras 26 unidades de gerenciamento de resíduos, possibilitando relevantes ganhos de escala e sustentabilidade técnica, econômica e operacional. Assim, os resultados da caracterização dos resíduos gerados nos municípios e a identificação dos problemas a serem superados, somados às análises das características regionais, levaram à proposição do melhor arranjo exequível de consorciamento dos municípios envolvidos.

Palavras-chave: Resíduos sólidos urbanos; caracterização gravimétrica; consórcio intermunicipal.

SILVA, Marconi Vieira da. **Proposal of intertown arrangements for the integrated management of urban solid waste in the towns of Costa do Descobrimento, Southern Bahia, Brazil**. Advisor: Elfany Reis do Nascimento Lopes. 2021. Dissertation (Master's in Environmental Science & Technology) – Universidade Federal do Sul da Bahia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Porto Seguro, 2021.

ABSTRACT

Despite the enactment of the National Waste Policy, many towns face difficulties in complying with it, in order to perpetuate the negative impacts caused by the inadequate management of urban solid waste. These difficulties are enhanced by technical, financial, managerial and political issues, but which can be minimized or circumvented through the formation of an intertown consortium. In this context, this research aimed to develop an intertown arrangement system for integrated waste management, aiming to support the implementation of an intertown consortium between the eight towns of Costa do Descobrimento, Southern Bahia, Brazil. Qualitative assessment of waste generated in urban areas was carried out; on-site assessment of final disposal sites using the Waste Landfill Quality Index technique; definition of per capita waste generation; population projection estimate over a twenty-year horizon through the use of different mathematical models, and the spatial analysis of the territory to prioritize the criteria for defining the arrangements. The results showed that 75% of the towns in the studied region do not have initiatives based on the hierarchy of prevention, reduction, reuse, recycling, treatment, or environmentally adequate disposal of urban solid waste, only collection and removal from urbanized areas, and 25 % of them started in 2021 the disposal of waste collected in landfills. The territorial analysis resulted in the proposal of two optimized arrangements, both with a single waste final disposal unit and another 26 waste management units, enabling relevant gains in scale and technical sustainability, economic and operational. Thus, the results of the characterization of the waste generated in the towns and the identification of problems to be overcome, added to the analysis of regional characteristics, led to the proposition of the best feasible arrangement for consortium of the towns involved.

Keywords: Urban solid waste management; gravimetric characterization; intermunicipal consortium.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Classificação dos RS conforme a Lei nº 12.305/2010.....	17
Quadro 2 – Classificação do IQR quanto às condições avaliadas.	39
Quadro 3 – Critérios estabelecidos para a proposição de arranjos intermunicipais.....	44
Quadro 4 – Unidades de gerenciamento de RSU adotadas.....	45
Quadro 5 - Estimativa de investimento por tipo de unidade proposta.	46
Quadro 6 – Proposta de Arranjo I.....	68
Quadro 7 – Arranjo II – parceria público-privado.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Total de RSU coletado e geração <i>per capita</i> por região.	25
Tabela 2 – Informações demográficas e áreas territoriais dos municípios da Costa do Descobrimento.	34
Tabela 3 – Informações socioeconômicas dos municípios.	34
Tabela 4 – Informações sanitárias dos municípios.	37
Tabela 5 – Métodos utilizados de estimativa populacional	41
Tabela 6 – Censos demográficos municipais e modelo de estimativa populacional adotado.	42
Tabela 7 – Geração <i>per capita</i> por faixa populacional.	42
Tabela 8 – Composição gravimétrica dos resíduos urbanos e análise estatística descritiva dos resultados.	58
Tabela 9 - Estimativa populacional dos municípios da Costa do Descobrimento.	61
Tabela 10 - Estimativa da geração de RSU nos municípios da Costa do Descobrimento.	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Métodos de tratamento de RSU em países da OCDE.	24
Figura 2 – Localização geográfica do Território de Identidade da Costa do Descobrimento.	33
Figura 3 – Climograma dos municípios de Porto Seguro, Belmonte e Guaratinga.	36
Figura 4 – Técnica do quarteamento – 1ª Parte.	40
Figura 5 – Técnica do quarteamento – 2ª Parte.	40
Figura 6 – Representação cartográfica da gestão dos RSU.	47
Figura 7 - Caracterização dos locais de disposição final de RSU.	53
Figura 8 – Lixão do município de Belmonte. Data das imagens: dezembro/2020.	55
Figura 9 – Lixão do município de Eunápolis. Data das imagens: janeiro/2021.	55
Figura 10 - Lixão do município de Guaratinga. Data das imagens: dezembro/2020.	56
Figura 11 - Lixão do município de Itabela. Data das imagens: dezembro/2020.	56
Figura 12 – Lixão do município de Itagimirim. Data das imagens: dezembro/2020.	56
Figura 13 – Lixão do município de Itapebi. Data das imagens: janeiro/2021.	57
Figura 14 - Lixão do município de Porto Seguro. Data das imagens: janeiro/2021.	57
Figura 15 - Lixão do município de Santa Cruz Cabrália. Data das imagens: janeiro/2021.	57
Figura 16 – Proposta de Arranjo I.	69
Figura 17 – Proposta de Arranjo II – parceria público-privada.	72

LISTA DE SIGLAS

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ASC – Aterro sanitário compartilhado
ARCD – Aterro de resíduos de construção e demolição
CONDESC - Consórcio de Desenvolvimento Sustentável do Território da Costa do Descobrimento
CTVR - Central de Tratamento e Valorização de Resíduos
EPA – Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
ET – Estação de transferência de resíduos
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NBR - Norma Brasileira
OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento
PERH - Plano Estadual de Recurso Hídricos
PEV – Ponto de entrega voluntária
PLANARES - Plano Nacional de Resíduos Sólidos
PMRS – Plano Municipal de Resíduos Sólidos
PNEA – Programa Nacional de Educação Ambiental
PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNSB – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
RPGA - Regiões de Planejamento e Gestão das Águas
RSU - Resíduos Sólidos Urbanos
SINIR - Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNVS- Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
UCO – Unidade de compostagem
UT – Unidade de triagem

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE QUADROS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE SIGLAS	x
SUMÁRIO	xi
1 INTRODUÇÃO	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1 Definição e classificação dos resíduos sólidos	16
2.2 Histórico, evolução e aspectos legais da gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos	18
2.2.1 Geração de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil e no mundo	22
2.2.2 Os impactos socioambientais dos RSU	26
2.2.3 Aspectos da gestão e gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos	27
2.2.4 Os consórcios públicos intermunicipais para a gestão de RSU.....	30
3 OBJETIVOS.....	32
3.1 Objetivo geral	32
3.2 Objetivos específicos.....	32
4 METODOLOGIA	33
4.1 Área de Estudo	33
4.2 Métodos	38
4.2.1 Caracterização do manejo dos resíduos sólidos urbanos.....	38
4.2.2 Caracterização dos locais de disposição final	38
4.2.3 Caracterização gravimétrica.....	39
4.2.4 Estimativa populacional.....	41
4.2.5 Geração per capita.....	42
4.2.6 Estimativa da geração de RSU	42
4.2.7 Propostas de arranjos intermunicipais para a gestão dos RSU	43
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5.1 Caracterização da gestão dos resíduos sólidos urbanos	47
5.1.1 Diagnóstico das áreas de disposição final de RSU nos municípios pesquisados	52
5.2 Caracterização gravimétrica	58
5.3 Estimativa populacional	61
5.4 Estimativa da geração de RSU	62
5.4.1 Estimativa da geração de resíduos potencialmente recicláveis	64
5.5 Proposição de arranjos.....	68

5.5.1	Arranjo 1	68
5.5.2	Arranjo 2	71
6	CONCLUSÃO	74
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
	ANEXO 1 - Questionário enviado em versão on line aos municípios.	81
	ANEXO 2 - Índice da Qualidade de Aterros de Resíduos – IQR	82

1 INTRODUÇÃO

A crescente geração, diversificação e o manejo adequado dos resíduos sólidos urbanos (RSU) proporcionam grandes desafios para a gestão pública em todo o mundo, especialmente no Brasil em razão da disposição ocorrer, em muitos municípios, diretamente no solo sem qualquer tratamento, ocasionando diversos impactos ambientais, sociais, econômicos e de saúde pública (ZOHOORI; GHANI, 2017; SINGH, 2019; CARVALHO, 2020; FIDELIS; YOSHIDA, 2020).

De acordo com a Constituição Federal Brasileira, a organização e a prestação dos serviços públicos de interesse local, o que inclui os serviços de limpeza pública e gerenciamento dos RSU, é da competência municipal, seja de forma direta ou indireta em regime de concessão (BRASIL, 1988).

Porém, a maioria dos municípios não conseguem promover o adequado gerenciamento dos RSU porque enfrentam limitações de natureza institucional, administrativa, deficiência de quadro técnico capacitado, restrições orçamentárias e financeiras, ausência de programas de educação ambiental, baixo envolvimento da sociedade, descontinuidade da gestão política e o desinteresse dos gestores públicos, além da corrupção (ASSAD; SIQUEIRA, 2016; ALFAIA et al., 2017; MENDEZ, 2017; SILVA et al., 2017; MAIELLO et al. 2018; MARINO et al., 2018; ZAMBON; DAS et al., 2019; LIMA, 2019; THANH, 2019; FIDELIS et al., 2020; YOSHIDA, 2020) . Quadro este que é agravado pela ausência ou insuficiência de apoio do Estado em apoio aos municípios nessa questão.

Com a tentativa de mitigar e controlar os impactos ambientais provocados pelo descarte irregular dos RSU, foi promulgada a Lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010a), regulamentada através do Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010 (BRASIL, 2010b), que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Entretanto, essa regulamentação não foi suficiente para sanar os problemas relacionados ao gerenciamento dos RSU no âmbito municipal. Tanto que em 2020, com a atualização do Marco do Saneamento Básico dado pela Lei Federal nº 14.026 (BRASIL, 2020), os prazos estabelecidos pela PNRS para o encerramento da disposição irregular dos resíduos e promoção da recuperação ambiental dos lixões, anteriormente previstos para 2014, foram novamente prorrogados.

Os problemas decorrentes do mal gerenciamento de RSU tornam-se ainda mais preocupantes quando ocorre em uma região de grande relevância histórica, ambiental, cultural e turística, como é o Território de Identidade da Costa do Descobrimento, sendo uma das

regiões turísticas mais procuradas do Nordeste Brasileiro (AMORIM; OLIVEIRA, 2013; BAHIA, 2016).

Uma forma incentivada pela PNRS para a superação das dificuldades municipais é o consorciamento intermunicipal, o qual é tido como a solução mais viável para a promoção da gestão e gerenciamento integrado dos RSU nos municípios (GODOY, 2013; OWOLABI et al., 2016; BECK; MENDES, 2017; SILVA et al., 2017; MAIELLO et al., 2018; MARINO et al., 2018; PERALTA; ANTONELLO, 2019; LISBINSKI et., 2020). Segundo esses autores, o consórcio consiste na identificação de arranjos territoriais entre municípios, com o objetivo de compartilhar serviços ou atividades de interesse comum, permitindo maximizar os recursos humanos, de infraestrutura e financeiros existentes em cada um deles.

Em análise do estado da Bahia, em 2014 a Secretaria do Desenvolvimento Urbano da Bahia (SEDUR), elaborou estudo intitulado Regionalização da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Estado da Bahia, o qual foi considerado a subdivisão estadual em 27 Regiões de Desenvolvimento Sustentável, sendo o Território de Identidade da Costa do Descobrimento aquela de número 24, composta pelos municípios de Belmonte, Eunápolis, Guaratinga, Itabela, Itagimirim, Itapebi, Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália (BAHIA, 2014).

A região estudada integra o Consórcio de Desenvolvimento Sustentável da Costa do Descobrimento (CONDESC), instituído em 2013, de caráter multifinalitário. Em 2016, este consórcio realizou um estudo intitulado ‘Diagnóstico Territorial dos Resíduos Sólidos dos Municípios Pertencentes ao CONDESC’, onde foi constatado que todos os municípios não possuíam unidades de tratamento e destinação final adequadas de resíduos, dispendo-os em lixões (CONDESC, 2016). Depois desse estudo, não houve outra atuação ou ação desse consórcio em temas relacionados aos resíduos sólidos urbanos.

O município de Porto Seguro foi contemplado no ano de 2000 com a construção de um aterro sanitário, porém, encontra-se descaracterizado e sem procedimentos operacionais adequados, com resíduos expostos a céu aberto (CARVALHO, 2020).

Atualmente, a única unidade existente na região estudada para o recebimento dos RSU de forma ambientalmente adequada, é a Central de Tratamento e Valorização de Resíduos (CTVR). Trata-se de um empreendimento privado, implantado no território municipal de Santa Cruz Cabrália, com capacidade para 550 toneladas de resíduos por dia e com licença de operação obtida no segundo semestre de 2020 (MMA, 2021). Porém, até o primeiro semestre de 2021 as negociações contratuais para o envio dos RSU pelos municípios pouco tinham avançado, com apenas Eunápolis destinando parcialmente seus resíduos para esse empreendimento.

Assim, este estudo avança na caracterização do manejo e identificação dos RSU gerados nos municípios, para a proposição e definição de arranjos intermunicipais para a otimização do melhor gerenciamento, bem como estabelecer os critérios de logística de transferência do local de geração até à unidade de disposição final.

Dessa forma, este estudo contribui com a tentativa de minimização dos impactos ambientais provocados pela ausência do manejo adequado dos RSU nos municípios da Costa do Descobrimento podendo, no âmbito das Ciências Ambientais, ser uma importante fonte de informações para as ações e planejamentos de políticas, projetos e tecnologias voltadas para a gestão de resíduos na região, auxiliando os municípios no planejamento de ações locais para a superação das dificuldades enfrentadas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Definição e classificação dos resíduos sólidos

Segundo o dicionário Aurélio da língua portuguesa o termo resíduo origina-se do latim *residuu* e significa: “o que resta de qualquer substância ou apenas resto”, já a palavra lixo, do latim *lix*, significa cinza. Para Owolabi et al. (2016); Mota e Silva (2021) essas definições trazem uma importante diferença entre si uma vez que o termo resíduo remete à possibilidade de reaproveitamento, reutilização ou outro uso daquilo que restou, o mesmo não ocorre com o lixo, sendo este classificado como algo já imprestável.

A atribuição do termo Resíduos Sólidos em detrimento ao uso da palavra “lixo” surgiu com a Norma Brasileira (NBR) 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (ABNT, 2004), assim definidos:

Resíduos nos estados sólidos e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamentos de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Para Owolabi et al. (2016) resíduos sólidos são definidos “[...] como tipo de resíduo que consiste em itens que são descartados pelo diferentes setores da economia, incluindo mineração, manufatura, educação, serviços, consumo, etc”.

No Art. 3º da Diretiva 2008/98/CE (COMISSÃO EUROPEIA, 2008) há uma definição ainda mais simples e objetiva para resíduos: “[...] qualquer substância ou objeto de que o detentor se desfaz ou tem intenção ou obrigação de se desfazer”.

Por fim, o Art. 3º, XVI, da PNRS, consolida a definição dos resíduos sólidos nos seguintes termos (BRASIL, 2010a):

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólidos ou semissólidos, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Em relação à classificação dos resíduos sólidos, a NBR 10.004/2004 apresenta a sua divisão nas classes I e II, sendo a Classe I (perigosos), aqueles que, em função de suas propriedades físicas, químicas e infectocontagiosas, pode apresentar risco à saúde pública (provocando ou contribuindo para um aumento de mortalidade ou incidência de doenças), ao ambiente (quando manuseado ou destinado de forma inadequada) e apresentar pelo menos uma

das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.

A Classe II (não perigosos), aqueles que não são perigosos e que se subdividem em resíduo Classe IIA (não inertes), aqueles que tem propriedades tais como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água, porém não se enquadram como resíduo classe I ou IIB; e os resíduos Classe IIB (inertes), aqueles cujos constituintes dissolvidos em água ficam em concentrações abaixo dos padrões de potabilidade (exceto quanto a aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor), quando submetido a teste padrão de solubilização em água destilada.

Outra classificação é estabelecida no Art. 13 da PNRS, subdividindo-os quanto à fonte geradora e periculosidade, conforme exposto no Quadro 1.

Quadro 1- Classificação dos RS conforme a Lei nº 12.305/2010.

I - Quanto à origem:	
a) Resíduos Domiciliares: (RD)	Os originários de atividades domésticas em residências urbanas
b) Resíduos de Limpeza Urbana: (RLU)	Os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana
c) Resíduos Sólidos Urbanos (RSU):	Os englobados nas alíneas “a” e “b”
d) Resíduos de Estabelecimentos Comerciais e Prestadores de Serviços	Os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”
e) Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico:	Os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”
f) Resíduos Industriais:	Os gerados nos processos produtivos e instalações industriais
g) Resíduos de Serviços de Saúde (RSS):	Os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA e do SNVS
h) Resíduos da Construção Civil (RCC):	Os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis
i) Resíduos Agrossilvopastoris:	Os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades
j) Resíduos de Serviços de Transportes	Os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira
k) Resíduos de Mineração:	Os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios
II - Quanto à periculosidade:	
a) resíduos perigosos:	Aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;
b) resíduos não perigosos:	Aqueles não enquadrados na alínea “a”.

Fonte: Adaptado de BRASIL, 2010a.

Há distintas classificações para resíduos propostas na literatura especializada, sendo a maioria em função de sua origem ou das características físicas, químicas ou biológicas (ALMEIDA, 2013; OWOLABI et al, 2016; KHAN et al. 2016).

Essa diversidade e heterogeneidade dos RSU gerados refletem diretamente nos serviços de manejo, destinação e tratamento, tornando essas atividades muito complexas (SAIDAN et al., 2017; ZOHOORI; GHANI, 2017; THAN, 2019; EPA, 2020). Diante disso, em meio a essa diversidade, conhecer adequadamente os resíduos gerados em um município ou região auxilia o planejamento e desenvolvimento de políticas, programas e projetos, possibilitando um gerenciamento eficiente (SAIDAN et al., 2017; SILVA et al., 2017; SINGH, 2019; VENTURA; SUQUISAQUI, 2020).

2.2 Histórico, evolução e aspectos legais da gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos

Os resíduos sólidos urbanos vêm sendo gerados desde os tempos mais remotos, porém em pequenas quantidades e constituídos essencialmente de restos alimentares, o que possibilitou a sua fácil assimilação pelo ambiente de forma a não prejudicar significativamente suas características (MAHLER et al., 2012; MEIRA et al., 2019). Porém, com a Revolução Industrial iniciada em meados do século 18, uma grande quantidade e variedade de novos produtos foram introduzidos no mercado, implicando no aumento de resíduos nas áreas urbanas (ANDRADE; FERREIRA, 2011; KHAN et al., 2016; OZCAN et al., 2016; ZOHOORI; GHANI, 2017; DAS, 2019; SINGH, 2019; FIDELIS, 2020).

Segundo Marshall e Farahbakhsh (2013), a produção em massa de RSU pelos seres humanos ocorreu com as primeiras sociedades não nômades, por volta do ano de 10.000 a.c. Esses autores ainda afirmaram que, historicamente, as pequenas comunidades conseguiam enterrar os resíduos ou destiná-los aos rios, porém, com o aumento da densidade populacional essas práticas deixaram de ser suficientes, implicando no aparecimento de odores desagradáveis e doenças.

Apesar dos RSU serem um tema preocupante desde a formação das primeiras comunidades, Owolabi et al. (2016) e Thanh (2019) afirmam que esse assunto nem sempre foi tratado pelas autoridades públicas com a devida atenção. O que é corroborado por Simonetto e Löbler (2013) ao afirmarem que, historicamente, a ação generalizada das administrações públicas consistia apenas em afastar o que foi coletado das áreas urbanas.

As iniciativas e ações voltadas para o gerenciamento dos RSU se tornaram ainda mais complexas com o advento da globalização. Para Khan et al. (2016), Franceschi et al. (2017) e

Yoshida (2020), mais que um impacto sobre as técnicas de manejo dos RSU, a globalização influencia na quantidade e no tipo desses resíduos, essencialmente pelo padrão de consumo capitalista e pelas estratégias de obtenção de lucro por parte das empresas, como a obsolescência programada e a produção de supérfluos.

No Brasil, Caodaglio e Cytryniwicz (2012) expõe que a preocupação com o serviço formal de coleta de resíduos teve início em 1864, onde a prefeitura do Rio de Janeiro buscou organizar a atividade de coleta, impondo um padrão de recolhimento e a determinação do seu descarte em locais específicos, sendo esse mesmo serviço iniciado também na cidade de São Paulo cinco anos depois, em 1869. Posteriormente, em 1880 o então imperador D. Pedro II assina o Decreto nº 3.024, aprovando o contrato de irrigação e limpeza da cidade do Rio de Janeiro, capital do Brasil, com o francês Aleixo Gary e, mais tarde, por Luciano Francisco Gary, surgindo assim a denominação de “gari” aos profissionais de limpeza pública de tantas cidades brasileiras (CAODAGLIO; CYTRYNIWICZ, 2012).

Ainda no final do século 19, várias outras entidades com atuação direta em resíduos sólidos urbanos surgiram, com destaque para a Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública (ABLP) e a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), importantes fornecedoras de diagnósticos de RSU a nível nacional que, juntamente as preocupações da Conferência de Estocolmo em 1972 e do pioneirismo da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), produziu tecnologias, regulamentações e outras publicações relacionadas aos resíduos sólidos urbanos no Brasil (CAODAGLIO; CYTRYNIWICZ, 2012; FRANCESCHI et al., 2017).

Segundo Franceschi et al. (2017), excetuando o pioneirismo das iniciativas das cidades do Rio de Janeiro e São Paulo, o primeiro diagnóstico nacional sobre saneamento básico ocorreu em 1974, elaborado em parceria com o Ministério da Saúde e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sendo no ano de 1989 lançado a primeira edição da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), o que se repetiria nos anos 2000 e 2008.

Ressalta-se que a criação de dispositivos legais ou normativos que regulamentassem o manejo dos resíduos sólidos urbanos não acompanhou o mesmo ritmo das duas maiores cidades do Brasil.

O primeiro dispositivo legal a abordar o tema resíduos sólidos no Brasil foi a Lei nº 2.312 de 3 de setembro de 1954, a qual deliberou sobre as Normas Gerais Sobre Defesa de Proteção da Saúde, e determinou a coleta, o transporte e o destino final do lixo em condições apropriadas à saúde e ao bem-estar público (BRASIL, 1954). A Portaria nº 53/1979 do Ministério do Interior foi a primeira a considerar os impactos negativos para o meio ambiente

e para o bem-estar público, determinando a extinção dos lixões, vazadouros ou depósitos de lixo a céu aberto (SANTAELLA et al., 2014).

A Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), instituída pela Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, já considerava a geração de RSU uma fonte de poluição e determinava aos órgãos competentes pelo licenciamento ambiental dos empreendimentos e atividades, a adoção de medidas específicas para a minimização e controle dos seus impactos (BRASIL, 1981). Somente no ano de 2000, a Lei nº 10.165, foi acrescido à PNMA o anexo VIII, que enquadrava a destinação de RSU como uma atividade potencialmente poluidora e utilizadora de recursos naturais (BRASIL, 2000).

A Lei nº 9.605 de fevereiro de 1998, denominada Lei de Crimes Ambientais estabeleceu as sanções penais e administrativas provenientes de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Em seu artigo 54, parágrafo 2º, inciso V, pune o lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos em desarmonia com as exigências instituídas em leis ou regulamentos (BRASIL, 1998).

Segundo Grisa e Capanema (2018), a Política Nacional de Educação Ambiental, (PNEA), instituída pela Lei 9.795, de 27 de abril de 1999 (BRASIL, 1999), inseriu oficialmente a temática de resíduos sólidos nas escolas e em 2004 o Ministério do Meio Ambiente colocou em prática a Estratégia Nacional de Educação Ambiental e Comunicação Social na Gestão de Resíduos Sólidos (Educares), que reúne e divulga práticas de referência de educação ambiental e comunicação social desenvolvidas por diversas instituições no país, informando à sociedade sobre a importância e necessidade de implementar a PNRS.

Concluída em 2002, a Agenda 21 Brasileira¹ foi outro marco para os RSU. Dentre os 21 objetivos prioritários estabelecidos, aquele de nº 9 visa a universalização do saneamento ambiental e estabelece como metas a redução da geração de resíduos, implantação da coleta seletiva, reciclagem e eliminação dos lixões (OPAS, 2020). Porém, por não ter força de lei e não ter sido adotada como política pública de governos posteriores, poucos foram os seus resultados.

¹ A Agenda 21 é um dos resultados da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada em 1992 na cidade do Rio de Janeiro, evento que ficou conhecido como ECO-92 ou RIO-92. A construção da agenda 21 Brasileira foi um processo coordenado pela Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional (CPDS), o qual foi concluído em 2020. Trata-se de um instrumento de planejamento participativo para o desenvolvimento sustentável, que teve como eixo central a sustentabilidade, a conservação ambiental, a justiça social e o crescimento econômico.

A partir de 2007, a destinação final de RSU passou a ser regulada pela Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007, que instituiu o Marco Legal para o Saneamento Básico, a qual determinava a obrigatoriedade dos entes federativos à promoção do manejo dos resíduos sólidos em caráter universal, de maneira adequada à saúde pública, à conservação dos recursos naturais e à proteção do meio ambiente (BRASIL, 2007).

A Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC, dada pela Lei nº 12.178 de 29 de dezembro de 2009 estabeleceu o compromisso nacional voluntário com ações de mitigação das emissões de gases de efeito estufa, para reduzir entre 36,1% e 38,9% as emissões nacionais projetadas até o ano de 2020 (BRASIL, 2009). O Plano Nacional sobre Mudanças do Clima definiu metas para a recuperação do metano em instalações de tratamento de RSU e a ampliação da reciclagem desses resíduos para 20% até o ano de 2015 (BRASIL, 2012).

Finalmente em 2010, depois de mais de 20 anos em tramitação no Congresso Federal, foi promulgada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010a), considerada uma Lei robusta, abrangente, com princípios legais alinhados ao que há de mais avançado em outros países (ANSHASSI; LAUX; TOWNSEND, 2019; COSTA; DIAS, 2020). Uma Lei que abrange todas as classes de resíduos e estabelece um conceito moderno e avançado de gestão de resíduos, com instrumentos que preveem a hierarquização das atividades e prioridade em prevenção e redução na geração de lixo (GRISA; CAPANEMA, 2018; ZAGO; BARROS, 2019).

Originado da PNRS como um de seus instrumentos, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES), foi elaborado em 2011, via convênio entre o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), os quais construíram um diagnóstico a respeito da situação dos resíduos no Brasil, incluindo metas de redução, reutilização e reciclagem, metas para o aproveitamento energético (gases gerados), metas para a eliminação e recuperação de lixões e medidas para incentivar e viabilizar a gestão regionalizada dos RSU.

Recentemente, com a revisão do Marco Legal do Saneamento Básico de 2007, alterado pela Lei nº 14.026/2020 (BRASIL, 2020), embora predominante voltado às questões relacionadas ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário, também traz importantes contribuições que auxiliarão na gestão e adequado gerenciamento dos RSU, incluindo a articulação entre o Plano Nacional de Saneamento Básico (PNSB), o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e o PLANARES (BRASIL, 2020).

Um dos destaques trazidos por essa nova Lei é a prorrogação dos prazos para o encerramento dos lixões ainda existentes em vários municípios brasileiros, contrastando com a

PNRS, que determinou o seu fim até 02 de agosto de 2014, e prorrogado para 31 de dezembro de 2021, estendendo-o até 02 de agosto de 2024 de acordo com critérios sobre faixa populacional e existência de planos de gestão de resíduos municipais (BRASIL, 2020).

No âmbito internacional, a Organização das Nações Unidas (ONU) desenvolve uma Parceria Global em Gerenciamento de Resíduos Sólidos, com o objetivo de alcançar uma sociedade de lixo zero, medidas para a redução da produção de lixo, melhoria dos processos de recuperação, reuso, reciclagem e descarte adequado (UNEP, 2016; ECOSOC, 2010).

A ONU definiu no ano 2000 os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODMs) que deveriam ser atingidos por todos os países até 2015, destacando o objetivo de nº 7, assegurar a sustentabilidade ambiental, como aqueles que guarda relação direta com a questão dos resíduos. Segundo a OPAS (2020), findado o prazo estabelecido pelo ODM, foi realizada a Cúpula do Desenvolvimento Sustentável, onde foi estabelecida novos objetivos, metas e prazos, agora determinado Agenda 2030, incluindo o objetivo de nº 12, que estabelece metas para o Consumo e Produção Responsáveis (PNUD-BRASIL, 2020).

2.2.1 Geração de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil e no mundo

A geração de resíduos pelas atividades humanas é constante, porém, muitos são os fatores que influenciam suas características, com destaque para o nível de desenvolvimento socioeconômico da população, a densidade urbana, a industrialização e outros fatores como os hábitos de consumo, nível educacional e a sazonalidade de ocupação (CAMPOS, 2012; SUTHAR; SINGH, 2015; DAS, 2019; ZAGO; BARROS, 2019; OCDE, 2019). Segundo Hoornweg e Bhada-Tata (2012), enquanto o mundo avança rapidamente à concentração urbana, a quantidade de RSU cresce mais rápido do que a taxa de urbanização.

Por outro lado, quando o nível socioeconômico atinge certos níveis-limite, as evidências mostram um impacto positivo nos comportamentos relacionados ao consumo de materiais e à geração de resíduos, com estabilização e até mesmo redução, em alguns casos, da geração consumo *per capita*, principalmente quando associados com políticas e práticas de gestão (KHAN et al., 2016; OZCAN et al., 2016; MANNARINO et al., 2016; DAS, 2019; OCDE, 2019; EPA, 2020).

Essas diferenças socioeconômicas podem ser observadas na caracterização dos resíduos gerados. Em países mais desenvolvidos usualmente a concentração de resíduos recicláveis coletados é maior do que em de países em desenvolvimento, predominando nestes uma maior concentração de resíduos orgânicos (CAMPOS, 2012; MARSHALL; FARAHBAKHS, 2013; SUTHAR; SINGH, 2015; OZCAN et al., 2016 VIEIRA; MATHEUS, 2018; DAS, 2019).

De acordo com Hoornweg e Bhada-Tata (2012), em 2002 havia 2,9 bilhões de residentes urbanos que geravam cerca de 0,64 kg/hab.dia. Os mesmos autores estimaram para 2012 cerca de 3 bilhões de residentes, gerando 1,2 kg/hab.dia (1,3 bilhão de toneladas por ano) e a estimativa para 2025 será de uma população urbana composta por 4,3 bilhões de residentes, gerando cerca de 1,42 kg/hab.dia (2,2 bilhões de ton/ano).

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) estima que 2 bilhões de toneladas de RSU são geradas por ano no mundo. Os padrões atuais de produção e consumo, a urbanização, o crescimento do número de cidades e da migração do campo para as áreas urbanas são fatores que levam ao aumento do volume de RSU produzidos mundialmente (UNEP; 2016).

No cenário internacional, o conjunto de 37 países-membros integrantes da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), geraram no ano de 2018 um total de 682.779 milhões de toneladas de RSU, o corresponde a uma geração *per capita* média de 512 kg/hab.ano, ou à 1,40 kg/hab.dia, com destaque para a Dinamarca com a maior geração (2,11 kg/hab.dia) e a Polônia, com a menor (0,9 kg/hab.dia) (OCDE, 2020).

Dados da OCDE (2020) revelam que a maioria dos países-membros reduziram a quantidade de RSU *per capita* entre os anos de 2000 a 2015. Essas reduções são justificadas em razão da adoção de medidas políticas voltadas para a gestão dos resíduos focadas na minimização da geração, a exemplo de cobranças de valores baseados no volume gerado ou mesmo campanhas de educação ambiental (HOORNWEG; BHADA-TATA, 2012; MANNARINO et al., 2016; OWOLABI et al., 2016; OCDE, 2019). Por outro lado, os dados também mostram que pelo menos dez países-membros experimentaram um aumento na geração de RSU *per capita*, com destaque para a Noruega com quase 20% no mesmo período observado (OCDE, 2020).

Quanto ao tratamento e disposição dos resíduos coletados nos países da OCDE (OCDE, 2020), a Figura 1 mostra se a adoção de práticas reciclagem na grande maioria deles, com a utilização de Aterros Sanitários como técnica de disposição final predominante, embora a incineração de resíduos com recuperação de energia prevaleça em outros.

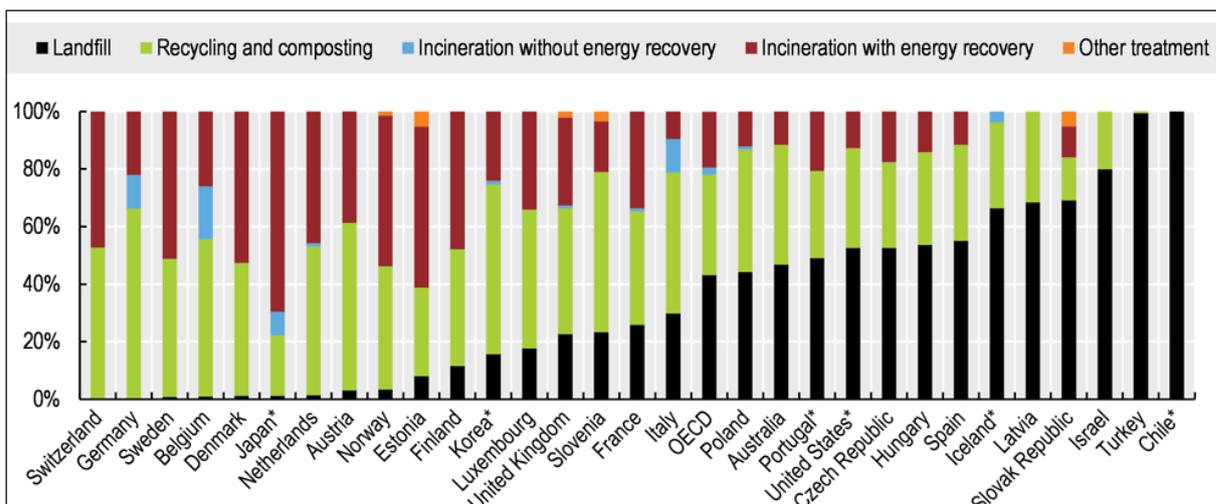


Figura 1 – Métodos de tratamento de RSU em países da OCDE.

Fonte: OCDE, 2020.

De acordo com a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), no país foram gerados 292,4 milhões de toneladas de RSU em 2018, com uma geração *per capita* de 810,3 kg/hab.ano ou 2,22 kg/hab.dia no país. Deste montante, 69,0 milhões de toneladas (24%) foram reciclados e 24,9 milhões de toneladas (8%) foram encaminhados para compostagem. Cerca de 17,7 milhões de toneladas (6%) de alimentos foram manejadas por outros métodos. A quantidade de RSU queimada com recuperação de energia foi de 34,6 milhões de toneladas (12%), enquanto a quantidade de RSU enviada para aterros foi de 146,2 milhões de toneladas (50%) (EPA, 2020).

O governo dos Estados Unidos optou pela descentralização da gestão de seus resíduos, delegando aos Estados a autonomia quanto à gestão dos RSU, os quais estabeleceram programas e planos que visavam o reaproveitamento, reciclagem, compostagem e a cobrança da população de taxas específicas para o serviço de gestão dos RSU (FILHO et al., 2020).

Já no Brasil, em 2018 foram geradas 79 milhões de toneladas (ton) de RSU, o que representa uma geração diária de aproximadamente 216.629 toneladas, correspondendo a uma geração *per capita* média de 1,039 kg/hab./dia (ABRELPE, 2019). De acordo com Abrelpe (2019), desse montante apenas 92% (72,7 milhões de toneladas) foi coletado, sendo 59,5% (43,3 milhões de ton) destinados à aterros sanitários, 23% (16,7 milhões ton) para aterros controlados inadequados e 17,5% (12,7 milhões ton) para lixões.

Ainda segundo a Abrelpe (2019), dos 5.570 municípios brasileiros, a disposição final de RSU em locais inapropriados e inadequados ocorreu em 53%, ou seja, 3.001 municípios, em 2018, despejaram os resíduos coletados em locais que não contam com sistemas e medidas necessários para proteger a saúde das pessoas e o meio ambiente contra danos e degradações.

A Abrelpe (2019) expõe que o volume de RSU coletado cresceu mais que a geração, atingindo 199.311 toneladas diárias, com uma taxa de cobertura de coleta a 92% (Tabela 1). O aumento dessa taxa acompanhou o crescimento populacional em todas as regiões Brasileiras, com exceção do Nordeste, onde a estimativa populacional do IBGE para o ano de 2018 mostrou em relação ao ano anterior.

Tabela 1 – Total de RSU coletado e geração *per capita* por região.

Regiões	População (2018)	RSU coletados 2018 (ton/dia)	Geração <i>per capita</i> (kg/hab.dia)	Cobertura de Coleta (%)	Participação do total nacional (%)
Norte	18.182.253	13.069	0,88	81,31	6,6
Nordeste	56.760.780	43.763	0,95	81,08	22,0
Centro-Oeste	16.085.885	14.941	0,99	93,78	7,5
Sudeste	87.711.946	105.977	1,23	98,07	53,2
Sul	29.754.036	21.561	0,76	95,46	10,8
BRASIL	208.494.900	199.311	1,039	92,01	100

Fonte: IBGE, (2018); ABRELPE, (2019).

O Nordeste foi a região com menor índice de cobertura de coleta de RSU no país, seus 1.794 municípios geraram 53.975 toneladas em 2018, das quais 81,1% foram coletadas. Destes, 64,4% foram destinados para aterros controlados e lixões, o que corresponde a 18.183 toneladas por dia que são depositadas em locais inadequados, provocando poluição ambiental e risco à saúde da população (SILVA et al., 2018; OLIVEIRA; MEDEIROS, 2019; ABRELPE, 2019; COSTA; DIAS, 2020).

Outro importante banco de informações acerca do manejo de RSU no Brasil é o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), onde os municípios prestam anualmente informações sobre a infraestrutura, gestão e gerenciamento dos serviços prestados relacionados ao saneamento básico. Em seu relatório anual do Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, referente ao ano de 2018, apenas 3.468 municípios preencheram os questionários de informações disponibilizados, o que corresponde a 62,3% do total do país (BRASIL, 2019).

Dados obtidos do SNIS mostram que a massa de RSU coletados em 2018 corresponde à uma média de geração *per capita* de 0,96 kg/hab./dia, resultando em uma geração total de 62,78 milhões de ton/ano ou 172,0 mil ton/dia de RSU nos municípios brasileiros (BRASIL, 2019). Quanto à disposição final, aproximadamente 46,68 milhões de toneladas foram dispostas em aterros sanitários (75,6%), e 15,05 milhões de toneladas (24,4%) foram dispostas em unidades de disposição final consideradas inadequadas (aterros controlados e lixões) (BRASIL, 2019).

Desse montante anual gerado o referido relatório informou ter havido uma recuperação de 124 mil toneladas de resíduos orgânicos destinadas à 70 unidades de compostagem e 1,05

milhão de toneladas de resíduos recicláveis destinados à 1.030 unidades de triagem, sendo este último representando 1,7% do total de RSU coletados no país em 2018, ou a 5,6% do total potencialmente recuperável de recicláveis secos (BRASIL, 2019).

Ainda de acordo com o SNIS (BRASIL, 2019), a taxa média nacional do serviço de coleta de RSU corresponde à 98,8% de cobertura em relação à população urbana e 92,1% à população total. Quanto à geração *per capita* de resíduos a média nacional foi de 0,96 kg/hab./dia, com destaque para a maior geração da região Nordeste, com uma taxa estimada em 1,13 kg/hab./dia e a menor para a região sul, com 0,81 kg/hab./dia (BRASIL, 2019). De acordo com Brasil (2019), os menores índices de geração das regiões Sul e Sudeste podem ser justificados pelo elevado desenvolvimento econômico e concentração de pesagem rotineira dos RSU em balança rodoviária, sendo o oposto para a região Nordeste, além do baixo número do universo amostral dos municípios e presença das capitais com altos índices de geração nessas regiões.

Quanto à responsabilidade pelos serviços de limpeza pública, dados do SNIS referente à 2018 mostram que a administração pública direta, através de suas secretarias, departamentos, coordenadorias ou setores, constituem a natureza jurídica predominante nos órgãos gestores dos serviços de limpeza pública nos municípios brasileiros, correspondendo a 94,0% daqueles que prestaram as informações ao sistema, com esse índice chegando 95% dos municípios no Nordeste (BRASIL, 2019).

2.2.2 *Os impactos socioambientais dos RSU*

O manejo inadequado dos RSU e a sua disposição irregular diretamente no solo provoca impactos negativos de natureza ambiental, social, econômica e de saúde pública (GOUVEIA, 2012; ZOHOORI; GHANI, 2017; VIEIRA; MATHEUS, 2018; CARVALHO, 2020; FIDELIS, 2020; YOSHIDA, 2020).

Os gases oriundos da decomposição da fração orgânica dos RSU contaminam o ar e o chorume gerado desse processo contaminam o solo e pode atingir os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, com consequentes agravos à saúde pública e ao meio ambiente (GOUVEIA, 2012; COSTA et al. 2016; BECK; MENDES, 2017; COELHO, et al., 2018; ARAÚJO et al., 2019; ZAGO; BARROS, 2019). Além disso, Quando expostos à céu aberto, os resíduos são responsáveis pela proliferação de vetores, pragas urbanas e são fontes de doenças à população (MOTA; SILVA, 2016; COSTA et al., 2016;)

Esses impactos não estão restritos ao local de disposição dos resíduos, mas afetam a população e outros ecossistemas próximos, sobrecarregando a capacidade dos serviços

ecossistêmicos necessários para degradar os resíduos dispostos (JACOBI; BENSEN, 2011; GOUVEIA, 2012; HOLZMAN, 2012).

Quanto aos impactos sociais, destaca-se o surgimento de catadores que segundo Dagnino, Johansene (2017) e Coelho et al. (2018) é uma consequência da imensa desigualdade social e econômica que ocorre no Brasil, como também dos atuais padrões de consumo que geram cada vez mais resíduos, onde pessoas sem escolaridade e com baixa ou nenhuma qualificação profissional sujeitam-se a viver daquilo que os outros descartam. Para Shinohara (2020) e Vasconcelos et al. (2020), atualmente os catadores são o elo mais fraco da cadeia do resíduo sólido, pois trabalham horas, empurram diariamente uma quantidade elevada de resíduo, não tem capacitação necessária, atuam em condições insalubres e sem qualquer uso de equipamentos de proteção individual e ainda pouco recebem pela carga de trabalho efetuada.

Estudos realizados por Coelho et al. (2018) e Shinohara (2020), mostram que os catadores que atuam nos lixões são os mais vulneráveis a acidentes de trabalho, com destaques para cortes, dermatites, doenças respiratórias, doenças parasitárias, exposição a produtos químicos e biológicos, picadas de animais e intoxicações alimentares.

Quanto aos impactos econômicos, a ausência ou insuficiência de políticas públicas para práticas efetivas de não geração, redução, reaproveitamento e, principalmente, a reciclagem dos RSU, implica no desperdício do seu valor agregado, limita a geração de renda aos catadores e ainda aumenta a pressão por mais consumo de recursos naturais para a produção de novos produtos (GOUVEIA, 2012; DAS, 2019; SINGH, 2019).

2.2.3 Aspectos da gestão e gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos

Quando aplicado no contexto dos resíduos sólidos urbanos, o conceito de gestão é muitas vezes confundido com gerenciamento (URBAN, 2016; KHAN, 2016; LIMA et al., 2018). De acordo com os autores, a gestão dos RSU no Brasil é regulamentada no âmbito Federal e Estadual, ao ponto que o gerenciamento tem uma abrangência mais específica, local, realizada pelos próprios municípios. Ou seja, enquanto a gestão relaciona-se aos aspectos legais, normativos e diretivos, o gerenciamento pode ser caracterizado como a execução das atividades e serviços relacionados ao adequado manejo dos RSU em todas as suas interfaces.

Embora possível observar na literatura especializada na literatura especializada outras abordagens relativas ao tema (KHAN et al., 2016; GONÇALVES et al., 2019; OLIVEIRA, MEDEIROS, 2019; SINGH, 2019; ZAMBON, LIMA, 2019); a PNRS assim conceitua os termos gestão e gerenciamento aplicados aos RSU (BRASIL, 2010a):

“gestão integrada de resíduos sólidos: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável”;

“gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei”. (BRASIL, 2010, Art. 3º, X);

A otimização das estratégias para uma melhor gestão de resíduos em determinada região requer o conhecimento das alternativas e tecnologias disponíveis de gerenciamento dos resíduos, custos econômicos e ambientais associados e sua aplicabilidade, sendo importante que o administrador tenha como base um planejamento regional otimizado de gerenciamento para atingir metas pré-estabelecidas (SILVA, et al., 2018; COSTA; DIAS, 2019; ANSHASSI, et al., 2019; EPA, 2020).

De acordo com Marino et al. (2018), a complexidade da gestão dos RSU exige a intersetorialidade, ou seja, o envolvimento das diversas secretarias municipais, além de constante fiscalização dos serviços prestados e disponibilidade de recursos financeiros. Tanto que Ross e Rogoff (2012) estimaram que os custos anuais com a gestão de RSU no mundo foram de aproximadamente US\$ 205,4 bilhões, e serão de US\$ 375,5 bilhões em 2025.

O diagnóstico do SNIS para o ano de 2018 mostrou que a despesa total das prefeituras com o manejo dos RSU resultou no valor de R\$ 130,47 por habitante, um gasto aproximado de R\$ 22 bilhões para o país (BRASIL, 2019). Isso significa que a fragilidade da sustentabilidade financeira se mantém no setor, uma vez que apenas 47,0% dos municípios fazem cobrança pelos serviços de limpeza pública, e o valor arrecadado cobre somente 54,3% da despesa (BRASIL, 2019).

Os sistemas de gestão de RSU nos países mais desenvolvidos, com destaque para Estados Unidos, Japão e países da União Europeia são bastante complexos. Os rígidos critérios das políticas de resíduos e as normas de proteção ambiental obrigam esses países a adotarem gestão ambiental ou sustentável dos RSU, composta por várias estratégias hierárquicas antes da disposição final: minimização, reutilização, reciclagem, recuperação de energia da incineração e disposição final em aterros sanitários, modelo esse preconizado na PNRS de 2010 (MANNARINO et al., 2016; OWOLABI et al., 2016; ANSHASSI, et al., 2019; FILHO et al., 2020).

A PNRS brasileira prioriza a ordem para o gerenciamento dos RS pautada pela não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos RSU e finalmente a disposição final

dos rejeitos (BRASIL, 2010). Mas para Vergara, Tchobanoglous (2012) e Owoalabi (2016) até mesmo para países desenvolvidos e/ou economicamente fortes, ainda é um desafio administrar de forma eficiente os RSU gerados pela população, destacando a pouca integração entre os órgãos públicos e os setores informais que participam da segregação e venda de resíduos, a escassa preocupação com a redução na geração e baixa padronização na coleta como entraves a serem superados.

Tanto que nos municípios brasileiros menores e mais pobres, a escassez de recursos financeiros, aliada à falta de prioridade para o setor de saneamento, constituem fortes obstáculos ao estabelecimento de uma gestão adequada dos RSU (ANDRADE; FERREIRA, 2011; ALFAIA et al., 2017; ZOHOORI; GHANI, 2017; MARINO et al., 2018; GONÇALVES, 2018; ANSHASSI, et al., 2019). Segundo os autores, mesmo as cidades maiores e economicamente mais fortes sofrem grandes carências no gerenciamento dos serviços de limpeza pública, que compreende etapas e ações muito mais complexas que apenas a coleta e disposição final dos resíduos.

Diante disso, tem-se que o cumprimento dos termos estabelecidos pela PNRS para a grande maioria dos municípios é uma tarefa complexa e desafiadora. Além dos obstáculos já relatados anteriormente, soma-se a existência de grande massa de desempregados estruturais; a obsolescência planejada dos produtos; o poder oligárquico, ainda predominante em muitas cidades; a demanda por capacitação técnica específica; a falta de informações sobre os RSU; o menosprezo sobre esse tema; as crises econômicas e os elevados índices de corrupção (ANDRADE; FERREIRA, 2011; ALFAIA et al., 2017; BECK; MENDES, 2017; LANGER; NAGALLI, 2017; ZOHOORI; GHANI, 2017; SILVA et al., 2018; LAVNITCK et al., 2018; ZAGO; BARROS, 2019; VENTURA; SUQUISAQUI, 2020).

Como não bastasse todo esse cenário desanimador, Mahler et al. (2012), Mendez (2017), Beck e Mendes (2017) afirmam que apesar do extenso arcabouço normativo brasileiro relacionado ao controle e proteção ambiental, as exigências e punições legais previstas não são suficientes para coibir a degradação, principalmente na disposição final de resíduos, onde se estabelece um cenário criado pela interferência maléfica de interesses econômicos, particulares e políticos envolvidos na tomada de decisão nos processos de gerenciamento de resíduos e licenciamento ambiental.

Apesar desse quadro bastante complexo e desafiador quanto ao manejo dos RSU, tem havido relativa melhora nos últimos anos devido a fatores como a maior conscientização da população sobre a limpeza urbana, a forte atuação e fiscalização do Ministério Público na cobrança aos municípios para o cumprimento da lei, maior disponibilização de recursos federais

pelo Fundo Nacional do Meio Ambiente e apoio de alguns governos estaduais (MILANEZ; MASSUKADO, 2012; BECK; MENDES, 2017 MARINO et al., 2018; GONÇALVES, 2018).

2.2.4 *Os consórcios públicos intermunicipais para a gestão de RSU*

Os consórcios públicos foram instituídos pela Lei nº 11.107 de 6 de abril de 2005, regulamentada pelo Decreto nº 6.017 de 17 de janeiro de 2007 (BRASIL, 2005; 2007). Trata-se de um convênio de cooperação que pode ser estabelecido pelos entes da Federação para a gestão associada dos serviços públicos. O consórcio consiste na identificação de arranjos territoriais entre municípios, com o objetivo de compartilhar serviços ou atividades de interesse comum, permitindo maximizar os recursos humanos, de infraestrutura e financeiros existentes em cada um deles (OWOLABI et al., 2016; MAIELLO et al, 2018; PERALTA; ANTONELLO, 2019; LISBINSKI et., 2020).

De acordo com Borges e Moraes (2018), em 2017, o Brasil possuía 191 Consórcios Públicos para os serviços de saneamento, o que inclui a gestão de RSU, sendo a maioria deles concentrados na região Nordeste. Já em 2020, esse número saltou para 408, um substancial aumento de 213,6% em um intervalo aproximado de 3 anos.

O Estudo de Regionalização de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, dividiu os 417 municípios do Estado da Bahia em 26 Regiões de Desenvolvimento Sustentável (RDS), sendo o Território de Identidade da Costa do Descobrimento a de número 24 (BAHIA, 2014). Nesse estudo foram definidos 105 arranjos territoriais com proposições de soluções para o gerenciamento integrado dos resíduos, contemplando 319 municípios de forma consorciada, e os outros 98 municípios com soluções individualizadas.

A abordagem do consorciamento contrapõe-se ao paradigma até então vigente na gestão de RSU, caracterizado por tratar o problema setorialmente, de forma desarticulada, obstruindo uma visão sistêmica do problema e elaboração de políticas públicas fragmentadas (SANTOS; GONÇALVES, 2012; VERGARA; TCHOBANOGLIOUS, 2012; LISBINSKI, *et al.*, 2020).

De acordo com Zohoori, Ghani (2017), Marino et al. (2018), Peralta e Antonello (2019), promover a implementação satisfatória dos termos estabelecidos pela PNRS ao nível local depende, dentre outros fatores, da capacidade administrativa e de planejamento e gestão eficiente dos serviços públicos. Segundo esses autores, ainda que alguns municípios tenham conseguido disponibilizar equipes técnicas e implementados planos e ações para o gerenciamento dos RSU, outros municípios menores não conseguiram se organizar de forma adequada para essa implementação. Endossam essa constatação os estudos realizados por Ferreira, Jucá (2017); Pereira, Fernandino (2019); Lange, Macedo (2020) e Lisbinski et al.

(2020), que afirmam que pequenos municípios não conseguem, sozinhos, superar os desafios e complexidades para a promoção do adequado manejo dos RSU.

Espera-se que o ganho de escala municipal com a implantação de consórcios, conjugado à implantação da cobrança pela prestação dos serviços (recuperação de custos), possa garantir a sustentabilidade econômica e a manutenção de pessoal especializado para o gerenciamento dos RSU, o que beneficia municípios de pequeno e médio porte (BATISTA; VECCHIA 2011; VENTURA, 2020).

Por outro lado, Silva et al. (2017) expõem que as dificuldades para a real implementação de tais arranjos têm evidenciado lacunas nos estudos realizados, o que implica em uma necessidade de reavaliação dos arranjos territoriais propostos à luz da capacidade técnico-institucional, das realidades política, social e ambiental dos territórios.

Estudos realizados por Silva et al. (2017); Marino et al. (2018) e Zambon (2019) trazem alguns questionamentos quanto à eficácia e eficiência dos consórcios públicos. Para esses autores, a promoção da gestão dos RSU não se restringe apenas à superação dos problemas anteriormente identificados, uma vez que envolve ainda questões de cidadania, sociais, segurança, trabalho e sustentabilidade. Logo, afirmam ainda que os problemas institucionais e estruturais da própria sociedade brasileira, com destaque para falta de consciência e participação social, o que também observa-se nos municípios da Costa do Descobrimento, se sobressaem àqueles de cunho técnico, ambiental, econômico, normativos ou tecnológicos.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Diagnosticar a geração e o manejo dos resíduos sólidos urbanos como subsídio para a proposição de arranjos intermunicipais e a implantação de consórcio público entre os oito municípios da Costa do Descobrimento, no Sul da Bahia, Brasil, visando o gerenciamento integrado, participativo e sustentável dos resíduos sólidos urbanos.

3.2 Objetivos específicos

Caracterizar as áreas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos dos municípios de Belmonte, Eunápolis, Guaratinga, Itabela, Itagimirim, Itapebi, Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália;

Caracterizar, quantificar e estimar a geração de resíduos sólidos urbanos dos municípios no espaço temporal de 2022 a 2042;

Determinar as diretrizes estruturais para a operacionalização dos arranjos intermunicipais propostos com vistas ao cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

4 METODOLOGIA

4.1 Área de Estudo

O Território de Identidade Costa do Descobrimento é composto pelos municípios de Belmonte, Eunápolis, Guaratinga, Itabela, Itagimirim, Itapebi, Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália, totalizando uma área de 12.118,31 km², sendo equivalente a 2,14% do território do Estado da Bahia (ZEE, 2013). A Figura 2 apresenta a localização geográfica do referido território.

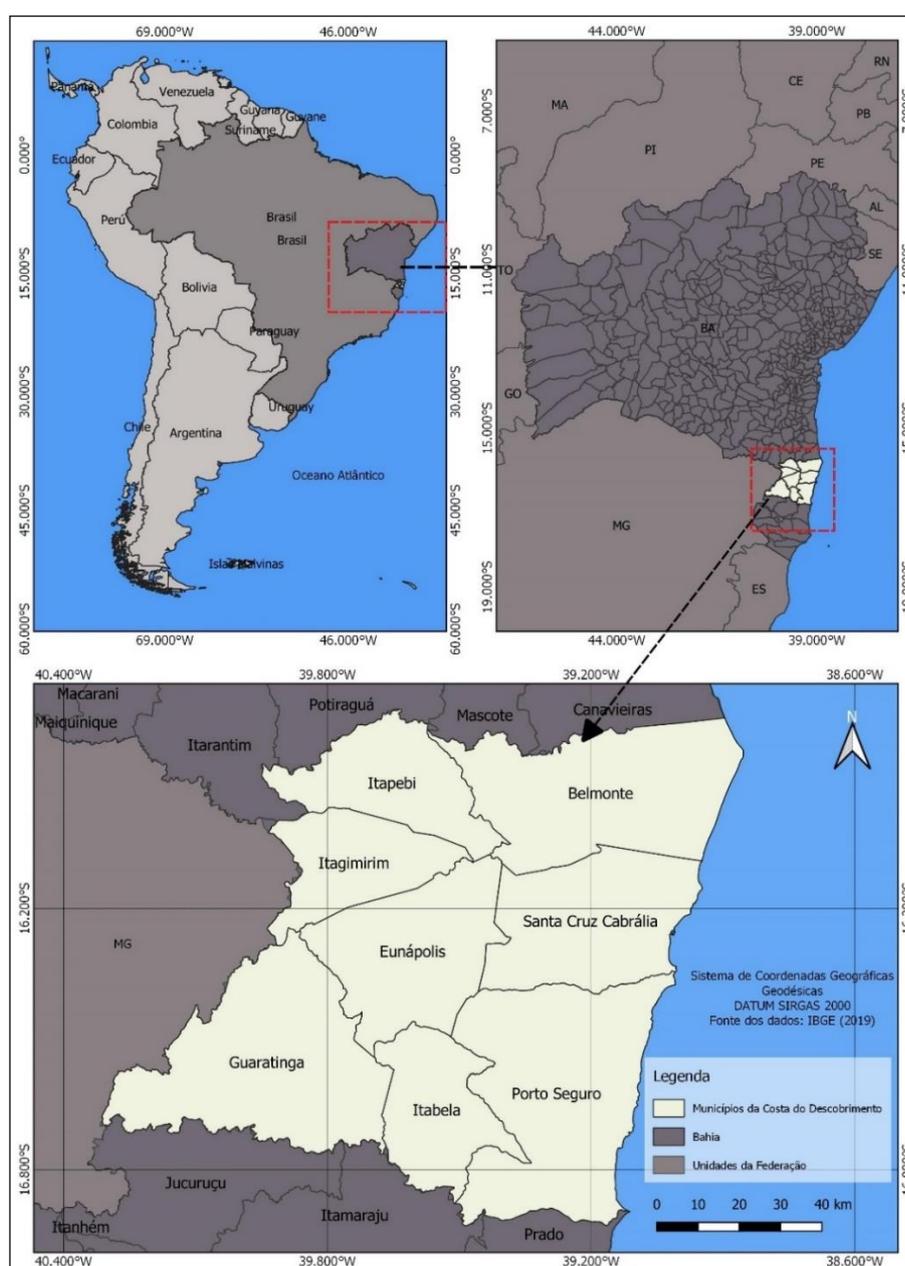


Figura 2 – Localização geográfica do Território de Identidade da Costa do Descobrimento.

Fonte: Elaboração própria.

Nas Tabela 2 e Tabela 3 são apresentadas informações socioeconômicas sobre os municípios. A projeção do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para o ano de 2019 estimou uma população total de 381.727 habitantes, o que corresponde a 2,56% da população do Estado da Bahia, com uma densidade demográfica de 236,12 hab/km².

Tabela 2 – Informações demográficas e áreas territoriais dos municípios da Costa do Descobrimento.

Município	População (hab.)				Densidade Demográfica em 2019 (hab/km ²)	Taxa de urbanização (%)	Área territorial (km ²)
	2010 ⁽¹⁾	Urbana ⁽¹⁾	Rural ⁽¹⁾	2019 ⁽²⁾			
Belmonte	21.798	11.420	10.378	23.328	12,03	52,4	1.939,44
Eunápolis	100.196	93.413	6.783	113.380	79,51	93,2	1.425,97
Guaratinga	22.156	10.425	11.740	20.843	9,52	47,0	2.189,40
Itabela	28.390	21.384	7.006	30.584	33,07	85,3	924,926
Itagimirim	7.110	5.649	1.461	6.869	7,83	79,5	876,80
Itapebi	10.495	8.268	2.227	10.259	10,13	78,8	1.013,07
Porto Seguro	126.929	104.078	22.851	148.686	65,05	82,0	2.285,76
Santa Cruz Cabrália	26.264	19.002	7.262	27.778	18,99	72,3	1.462,94
Total	343.338	273.639	69.708	381.727	-	-	12.118,31

Fonte: IBGE, 2010 (1); IBGE, 2019 (2).

Nota 1: População total, urbana e rural foram obtidas com base no último censo demográfico do IBGE, em 2010.

Nota 2: População total em 2019 obtida através da projeção populacional do IBGE.

Tabela 3 – Informações socioeconômicas dos municípios.

Município	Trabalho - ocupação em relação à pop. Total ⁽¹⁾	Taxa de escolarização - 6 a 14 anos ⁽¹⁾	PIB <i>per Capita</i> ⁽²⁾	Mortalidade infantil - para 1000 nascidos vivos ⁽²⁾	Índice de des. Humano (IDH) ⁽¹⁾
	(%)	(%)	(R\$)	-	-
Belmonte	7,3	96,5	11.055,40	5,83	0,6
Eunápolis	20,1	96,2	22.798,63	16,49	0,7
Guaratinga	6,3	94,6	9.517,58	22,39	0,6
Itabela	9,9	95,8	10.730,62	17,65	0,6
Itagimirim	11,6	96,2	14.808,26	29,85	0,6
Itapebi	7,6	97,4	34.847,12	14,71	0,6
Porto Seguro	22,6	96,9	18.888,98	13,74	0,7
Santa Cruz Cabrália	14,9	96,4	13.818,49	11,24	0,7

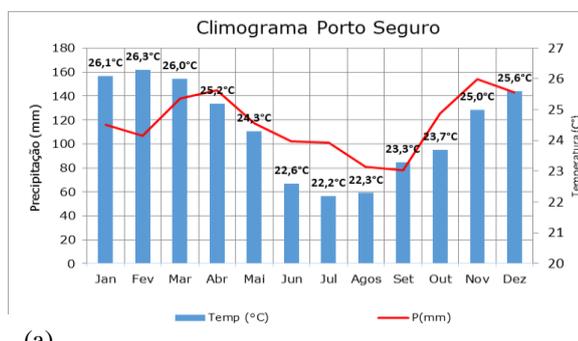
Fonte: (IBGE, 2010) (1); IBGE, 2019 (2).

Os municípios de Eunápolis e Porto Seguro se sobressaem expressivamente em relação ao número de habitantes, enquanto Itagimirim é o menos populoso. A redução populacional ocorrida nos municípios de Guaratinga, Itagimirim e Itapebi, se contrapondo ao expressivo aumento evidenciado nos municípios mais populosos pode ser justificado, entre outros fatores,

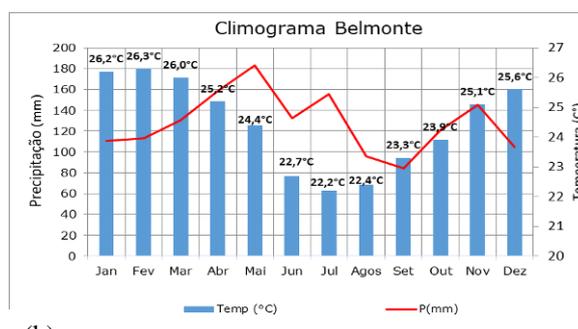
pela importância de Eunápolis e Porto Seguro como indutores do crescimento regional, sendo duas importantes cidades-polo.

Os municípios de Belmonte e Guaratinga possuem uma distribuição populacional equitativa entre a área urbana e rural. Nos demais municípios, as taxas de urbanização são mais elevadas, com destaque para o município de Eunápolis, com 93,2% da população concentrada nas áreas urbanizadas. Os municípios mais populosos também são aqueles que possuem a maior taxa de empregabilidade. Por outro lado, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) são similares entre os municípios pesquisados.

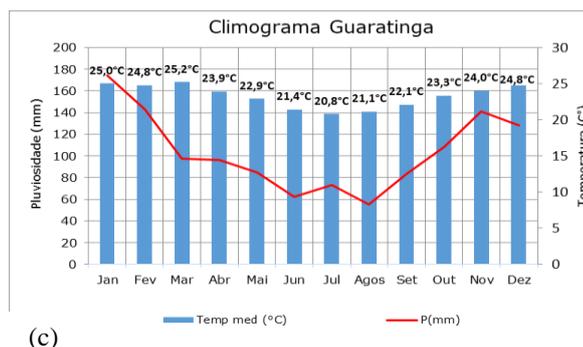
A região da Costa do Descobrimento abrange três variações climáticas, o clima é úmido a subúmido, subúmido a seco e o clima úmido. Apresenta em média, temperaturas de 24 °C, sendo os meses mais frios junho, julho e agosto e os meses mais quentes os de dezembro, janeiro e fevereiro, com média pluviométrica anual de 1.263 mm. O Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) possui 3 estações meteorológicas na região estudada, localizadas nos municípios de Porto Seguro, Belmonte e Guaratinga, sendo seus respectivos climogramas apresentados a seguir (Figura 3a-c).



(a)



(b)



(c)

Figura 3 – Climograma dos municípios de Porto Seguro, Belmonte e Guaratinga.

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (INMET, 2019).

O Plano Estadual de Recurso Hídricos do Estado da Bahia (PERH) subdividiu o estado em 26 Regiões de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA), e os municípios pesquisados integram da RPGA 4, sendo esta composta pelos principais rios: Frades, Buranhém e Santo Antônio (BAHIA, 2012). O Rio Buranhém é considerado o de maior relevância, pois perpassa pelos municípios de Guaratinga, Eunápolis e Porto Seguro, sendo a principal fonte de água para diversos usos (CONDESC, 2016).

Todos os municípios inseridos na região estudada enfrentam problemas com escassez de recursos hídricos, em decorrência do elevado processo de desmatamento, aumento dos processos erosivos e assoreamento dos cursos d'água, além da ausência de um eficiente sistema de esgotamento sanitário (BAHIA, 2016).

Segundo a Companhia Baiana de Pesquisa Mineral – CBPM (2002), sob a ótica do aspecto geológico-geomorfológico, a Costa do Descobrimento se situa em quatro províncias principais: Embasamento, Tabuleiros Costeiros, Planície Quaternária e Plataforma Continental.

Já os tipos litológicos apresentam-se em Embasamento, composto por rochas de idade precambriana (gnaisses, gnaisses migmatíticos, gnaisses kinzigíticos, quartzitos, xistos, filitos, metacarbonatos, conglomerados e granitóides), aflora na porção mais ocidental da região; os Tabuleiros Costeiros, constituídos pelos sedimentos terciários do Grupo Barreiras ocupam a maior parte da área e alcançam a linha de costa em vários trechos; e as Planícies Quaternárias, constituídas por depósitos marinhos transicionais, depósitos de origem continental e recifes de coral, ocupam as áreas mais baixas da zona costeira (CBPM, 2002).

Quanto ao aspecto pedológico, os Latossolos Amarelos Alumínico é predominante, chegando a 52% dos solos na região, seguido dos Latossolos Vermelhos-Amarelos e Argissolos Vermelho Amarelos (CBPM, 2002). A Mata Atlântica é o domínio florestal, com presença de florestas ombrófilas, manguezais, restingas, muçunungas, lagunas e praias. Apresenta uma diversidade de áreas protegidas entre Parques, Reservas Privadas do Patrimônio Natural (RPPN), Reserva da Vida Silvestre (REVIS) e Áreas de Proteção Ambiental (APAS) que

compartilham a intenção de conservar o território na formação do Corredor Central da Mata Atlântica.

A economia é voltada para o comércio, turismo, pecuária, pesca, indústria e agricultura. O turismo é a atividade que mais gera postos de serviços entre os municípios da faixa litorânea, especialmente em Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália (BAHIA, 2016). No setor agropecuário, as lavouras permanentes predominantes são a de mamão (38,6%), urucum (21,1%), pimentado-reino (16,0%), coco-da-baía (7,0%), cacau (5,9%) e café (5,2%) enquanto as lavouras temporárias destacam-se pela cana-de-açúcar e abacaxi. A produção de floresta plantada de eucalipto está presente em todos os municípios e ocupa a maior área entre as lavouras de monocultivos permanentes na região. Quanto à pecuária, os principais rebanhos e com as respectivas participações no Estado são do criatório de bubalinos (20,0%) e bovinos (5,2%), muares (1,8%) e equinos (1,4%) (SEI, 2015).

Em relação aos aspectos sanitários, a Tabela 4 indica que os municípios pesquisados possuem uma satisfatória cobertura quanto ao abastecimento de água, porém, são deficitários em sistemas e estruturas de esgotamento sanitário e manejo de RSU (BRASIL, 2019; IBGE, 2019). O Município de Itagimirim apresenta uma maior cobertura de domicílios ligados à rede de esgotamento sanitário com 77,3 % de ligações, porém, assim como nos demais municípios, não possui estação de tratamento de efluentes.

Quanto ao manejo dos resíduos, somente os municípios de Eunápolis, Porto Seguro e Santa Cruz de Cabrália prestaram informações ao SNIS referente ao ano de 2018. Embora a coleta de RSU seja realizada na totalidade das áreas urbanas desses municípios, são descartados de forma irregular, sem a realização de cobertura diária dos resíduos dispostos, em depósitos a céu aberto.

Tabela 4 – Informações sanitárias dos municípios.

Município	Administração – Responsável ⁽¹⁾	Taxa de cobertura de coleta de RSU ⁽¹⁾		Unidade de disposição ⁽¹⁾ final	Cobertura dos resíduos ⁽¹⁾	Atendimento urbano de água (%) ⁽¹⁾	Domicílio com esgotamento sanitário (%) ⁽²⁾
		Pop. Total (%)	Pop. Urbana (%)				
Belmonte	-	-	-	-	-	82,87	58,3
Eunápolis	Poder público	100	100	Lixão	não existe	95,98	37,4
Guaratinga	-	-	-	-	-	98,54	42,3
Itabela	-	-	-	-	-	89,58	4,4
Itagimirim	-	-	-	-	-	98,24	77,3
Itapebi	-	-	-	-	-	98,80	5,7
Porto Seguro	Poder público	82	100	Aterro controlado	não existe	96,50	66,7
Santa Cruz Cabrália	Poder público	72	100	Lixão	não existe	90,97	47,7

Fonte: BRASIL, (2019) (1); IBGE, (2019) (2).

4.2 Métodos

4.2.1 Caracterização do manejo dos resíduos sólidos urbanos

A caracterização do manejo dos RSU foi realizada com o levantamento de dados secundários disponíveis nas bases de dados governamentais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR).

Posteriormente, para obtenção de dados primários referentes aos RSU, foi elaborado e aplicado um questionário estruturado, em plataforma gratuita *on line* do Google Forms, o qual foi enviado nos respectivos endereços eletrônicos dos gestores municipais responsáveis pelos serviços de limpeza pública de cada município. Esse questionário, apresentado na íntegra do Anexo 1, foi construído de forma a priorizar aquelas informações mais relevantes aos objetivos da pesquisa e pela facilidade de preenchimento. Assim, para a caracterização do manejo dos RSU no âmbito municipal, o mesmo foi subdividido em três partes contendo questionamentos sobre: a gestão dos serviços de limpeza pública; coleta dos resíduos e; destinação e disposição final dos resíduos coletados.

4.2.2 Caracterização dos locais de disposição final

A avaliação e caracterização dos locais de disposição final de RSU foi realizada com inspeções *in loco*, e aplicação da técnica para definição do Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos – IQR (CETESB, 2019). Trata-se de um formulário do tipo *check list*, apresentado no Anexo 2, com parâmetros e critérios técnicos, operacionais e estruturais pré-determinados.

Esse índice considera a situação observada durante inspeção técnica do local de disposição final, permitindo a elaboração de uma avaliação das condições ambientais, além de permitir o comparativo entre aqueles avaliados. Também foram obtidas coordenadas geográficas através do aplicativo para smartphone CR Campeiro 7, gratuito, desenvolvido pelo Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria, além de realização de registros fotográficos para posterior análise.

Conta com um total de 33 itens de avaliação, divididos em 3 partes, sendo estas relacionadas, respectivamente: às características estruturais e operacionais (22 itens); outras informações relacionadas presença de catadores, queima de resíduos, dentre outras (7 itens) e; características da área quanto à vida útil, proximidade de habitações, e outras (4 itens). O somatório da pontuação predeterminada para cada item totaliza 100 pontos (CETESB, 2019).

A pontuação obtida pelo local avaliado é dividida por 10 e os valores obtidos são assim classificados, Quadro 2.

Quadro 2 – Classificação do IQR quanto às condições avaliadas.

IQR	AVALIAÇÃO
0,0 a 7,0	Condições Inadequadas (I)
7,1 a 10,0	Condições Adequadas (A)

Fonte: CETESB, (2019).

4.2.3 Caracterização gravimétrica

A caracterização gravimétrica dos resíduos foi realizada conforme procedimentos determinados por Stech (1990), através da técnica do quarteamento e segregação das diferentes tipologias conforme NBR 10.007 (ABNT, 2004).

Foram priorizados os veículos de coleta com rotas de maior representatividade entre os setores comerciais e residenciais das cidades, incluindo aqueles com coleta em áreas rurais, se existente, sendo eles selecionados por indicação dos responsáveis pelos serviços de coleta. Ressalta-se que 75% dos municípios pesquisados são de pequeno porte, e um único veículo do tipo compactador cobre grande parte da área urbana, sendo este selecionado para a análise. Para o município de Eunápolis foram selecionados 2 veículos, um que coleta na região central da cidade, incluindo bairros centrais, e outro que coleta em bairros periféricos, assim, fez-se a média entre as duas caracterização gravimétrica realizadas. Para Porto Seguro, foram utilizados os dados gravimétricos levantados em estudo publicado por Carvalho (2020).

Após a coleta pelo veículo, os resíduos foram descarregados em local plano e livre de umidade, na própria área do local de disposição final. Nesta pilha formada procedeu-se a abertura das sacolas, sacos, caixas e outros materiais acondicionados para possibilitar uma melhor homogeneização da massa disposta, o que foi realizado com o auxílio ferramentas como enxadas e garfos. Feito isso, foram retiradas cinco amostras com volume de 120 litros cada, sendo quatro de cada lado do quadrante da base da pilha e uma do topo, resultando esse montante em nova pilha de resíduos a qual foi novamente homogeneizada através de novo revolvimento. Essas etapas da técnica do quarteamento, aqui denominadas primeira parte, são ilustradas na Figura 4.



Figura 4 – Técnica do quarteamento – 1ª Parte.

Fonte: Próprio autor. Fotografias tiradas em janeiro de 2021.

Posteriormente realizou-se o processo de quarteamento, que consiste na separação da nova pilha formada em quatro partes iguais, com posterior descarte das partes diagonalmente opostas, processo esse que se repetiu por duas vezes resultando em um volume aproximado de 75 litros. Essa amostra resultante foi pesada e depositada em local impermeabilizado com lona plástica, com posterior separação, identificação e pesagem da fração dos resíduos, conforme NBR 10.007 (ABNT, 2004). Essas etapas, aqui denominadas segunda parte, são mostradas na Figura 5. Para esta pesquisa foi considerado os seguintes grupos de resíduos: matéria orgânica; papel e papelão; plásticos, vidro, metais, inertes, rejeitos (sanitários, higiene pessoal, fraldas, absorventes, outros de uso pessoal e têxteis).



Figura 5 – Técnica do quarteamento – 2ª Parte.

Fonte: Próprio autor. Fotografias tiradas em janeiro de 2021.

A execução das etapas e procedimentos da técnica de quarteamento supracitadas foram realizadas com o auxílio de dois ajudantes. Nos municípios de Itapebi e Itagimirim o auxílio se deu pelos próprios funcionários municipais dos serviços de coleta. Nos demais municípios, houve a colaboração dos catadores de materiais recicláveis que atuam nesses locais, aos quais foram instruídos e fornecidos os equipamentos de proteção individual adequados à sua proteção.

Especificamente para o município de Porto Seguro, os dados da composição gravimétrica dos RSU coletados foram obtidos do estudo realizado por Carvalho (2020) onde, através da técnica de quarteamento, realizou a caracterização dos resíduos nesse município, em condições similares às aqui apresentadas.

4.2.4 Estimativa populacional

A estimativa do crescimento populacional é pré-requisito para a formulação de políticas públicas, incluindo planos, programas, projetos sanitários e outros serviços relacionados aos RS, que dependem dessa informação para o seu adequado planejamento e implementação de forma adequada. Por esse motivo, Santos e Barbieri (2015) e Coutinho (2019) afirmam que a projeção populacional tem se tornado uma técnica demográfica imprescindível para planejar o desenvolvimento econômico, social, político e ecológico de um país, região ou cidade.

Para von Sperling (2014), Santos e Barbieri (2015), obter projeções totalmente corretas é muito difícil e complexo, principalmente em pequenos domínios. Os autores afirmam que muitas das variáveis importantes para a análise, como fatores sociais, geográficos, econômicos, dentre outros, nem sempre são quantificáveis, cabendo o bom senso do analista na escolha do método de projeção mais adequado, devendo optar por aquele que permita a incorporação de uma maior série histórica de dados censitários.

A realização da estimativa populacional se deu no espaço temporal, de 2022 à 2042, perfazendo 20 anos, horizonte de tempo definido pela PNRS para estudos de gerenciamento de RSU intermunicipais. Para isso, foi utilizada planilha de projeção populacional formulada pelo IBGE, obtida no domínio virtual do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2020) a partir da qual, com uso do *software* Excel, Microsoft Office 2013, foi adaptada para acréscimo de outros métodos de regressão matemática, conforme Tabela 5.

Tabela 5 – Métodos utilizados de estimativa populacional

Tipo de Regressão	Equação Básica
Aritmética	$Y = a + c.(X - X_0)$
Geométrica	$P = P_0 . r^{(t - t_0)}$
Logarítmica	$Y = a + b . \text{Ln}(X)$
Parabólica	$Y = a . X^2 + b . X + c$

Fonte: Adaptado de Von Sperling (2014); Coutinho (2019) e MMA (2020).

Nota: Nas equações apresentadas, a, b e c são constantes (coeficientes calculados), X é a abcissa (Ano) e Y é a ordenada (População no Ano X, em habitantes). P - população final; P₀ - população inicial; t - ano final; t₀ - ano inicial; r - taxa de crescimento geométrica.

Diante disso, a partir das informações populacionais dos últimos censos demográficos do IBGE, foi definido o modelo matemático de regressão mais adequado para a estimativa do crescimento populacional, conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 – Censos demográficos municipais e modelo de estimativa populacional adotado.

Município	População municipal por Censos Demográficos					Modelo matemático utilizado
	1970	1980	1991	2000	2010	
Belmonte	21.070	22.556	22.070	20.032	21.798	Regressão Aritmética
Eunápolis	-	-	70.545	84.120	100.196	Regressão Logarítmica
Guaratinga	33.118	30.443	25.441	24.319	22.165	Regressão Parabólica
Itabela	-	-	20.848	25.746	28.390	Regressão Aritmética
Itagimirim	10.811	7.870	7.887	7.728	7.110	Regressão Geométrica
Itapebi	13.786	11.063	11.078	11.126	10.495	Regressão Geométrica
Porto Seguro	33.108	46.300	34.661	95.721	126.929	Regressão Aritmética
Santa Cruz Cabrália	27.171	49.375	6.535	23.888	26.264	Regressão Geométrica

Fonte: IBGE, Censos Demográficos. Elaborado pelo autor.

4.2.5 Geração per capita

A ausência de sistema de pesagem de veículos em sete dos oito municípios pesquisados, impossibilitou o cálculo para a estimativa da geração *per capita* de resíduos. Portanto, para isso foram utilizados dados secundários disponíveis no Estudo da Regionalização da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Estado da Bahia, elaborado pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano – SEDUR (BAHIA, 2014), onde os índices de produção diária foram determinados de acordo com a faixa populacional municipal, conforme mostrado na Tabela 7.

Tabela 7 – Geração per capita por faixa populacional.

Faixa populacional (habitantes)	Produção per capita Total (kg/hab.dia)
Até 20.000	0,60
De 20.001 até 50.000	0,70
De 50.001 até 100.000	0,80
Acima de 100.000	1,00

Fonte: BAHIA, 2014.

4.2.6 Estimativa da geração de RSU

As duas variáveis utilizadas para os cálculos da estimativa da geração de RSU, no horizonte de 20 anos (2022 a 2042), foram a estimativa populacional e a geração *per capita*.

Para os cálculos da geração de resíduos potencialmente recicláveis e compostáveis, repetiu-se a metodologia da estimativa populacional do item 4.2.4, porém, considerando apenas a população urbana definida pelos Censos Demográficos o IBGE, ao qual foi multiplicada com a taxa de geração *per capita* pré determinada (BAHIA, 2014), para a obtenção da quantidade de resíduos gerados diariamente em cada cidade. Posteriormente, utilizou-se os dados obtidos

pelo levantamento da composição gravimétrica para estimar a geração da parcela dos resíduos de interesse.

4.2.7 Propostas de arranjos intermunicipais para a gestão dos RSU

Foram propostos 2 arranjos intermunicipais para o gerenciamento integrado dos resíduos sólidos no Território de Identidade da Costa do Descobrimento. Os arranjos tiveram como pressuposto o estudo de regionalização do Estado da Bahia, realizado pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano (BAHIA, 2014). Procedeu-se à análise crítica do arranjo estadual e delimitadas as propostas de arranjos pautados pelo alinhamento do planejamento regional, a economia de escala e a racionalização no uso de recursos para se alcançar a sustentabilidade administrativa, técnica, operacional e ambiental. Além disso, a realização do diagnóstico e resultados descritos nas etapas metodológicas anteriores contribuíram para a compreensão das especificidades individuais e regionais dos municípios e subsidiaram à elaboração dos arranjos intermunicipais uma vez que:

- a) Manejo dos RSU – o diagnóstico do manejo dos RSU existente nos municípios pode revelar a capacidade administrativa, técnica, gerencial, financeira e subsidiar a compreensão do comprometimento deles com o tema. Municípios mais eficientes na gestão dos RSU foram preteridos para a implantação de unidades tecnológicas de gerenciamento mais complexas.
- b) Caracterização dos locais de disposição final – O estudo das características técnicas, operacionais e ambientais dos locais de disposição final de RSU permite revelar a adequabilidade ou inadequabilidade desse local para a continuidade do recebimento de rejeitos. Essas informações permitem avaliar a possibilidade de remediação, ampliação, ou aproveitamento da mesma área para o gerenciamento de RSU e, assim, reduzir os passivos ambientais no território municipal;
- c) Caracterização gravimétrica dos RSU – O conhecimento a composição gravimétrica dos RSU gerados em um município é imprescindível para o adequado estudo de viabilidade técnica, operacional e econômica das unidades tecnológicas de gerenciamento, sendo ainda utilizados para os cálculos necessários à elaboração dos projetos básicos e executivos delas. A análise dos dados foi utilizada para, dentre outros, estabelecer o tipo e número de unidades gerenciais em cada município;
- d) Estimativa populacional e da geração de RSU - A estimativa geracional revela o polo produtor de RSU em uma região. Por questões técnicas, operacionais e

financeiras relacionadas à transferência de resíduos, dentre outros, o maior gerador deverá, preferencialmente, abrigar a unidade de disposição final;

Além dessas etapas, foram considerados os seguintes critérios de análise, apresentados no Quadro 3, para delimitação das unidades de gerenciamento de RSU, definidas no Quadro 4.

Quadro 3 – Critérios estabelecidos para a proposição de arranjos intermunicipais.

Critério	Justificativa
Manejo dos RSU	Identificar a capacidade do município para realizar o adequado manejo dos RSU.
Locais de disposição final atual	O estudo das características técnicas, operacionais e ambientais dos locais de disposição final de RSU, não apenas retrata a capacidade/interesse do município para o manejo adequado, como também revela a adequabilidade ou inadequabilidade desse local para a continuidade do recebimento de rejeitos. Essas informações permitem avaliar a possibilidade de remediação, ampliação, ou aproveitamento da mesma área para o gerenciamento de RSU e, assim, reduzir os passivos ambientais no território municipal.
Caracterização Gravimétrica	O conhecimento da composição gravimétrica dos RSU gerados em um município, juntamente com a estimativa geracional em um intervalo temporal, é imprescindível para o adequado estudo de viabilidade técnica, operacional e econômica de unidades de gerenciamento, sendo ainda utilizados para os cálculos necessários à elaboração dos projetos básicos e executivos delas. A análise dos dados foi utilizada para, juntamente com outros critérios estabelecidos, estabelecer o tipo e números de unidades em cada município.
Escala de produção / estimativa da geração de RSU	A estimativa geracional revela o polo produtor de RSU em uma região. Por questões técnicas, operacionais e financeiras relacionadas à transferência de resíduos, dentre outros, o maior gerador deverá, preferencialmente, abrigar a unidade de disposição final.
Existência de cidade polo	Cidades polo que exercem influência econômica sobre outras, serão referências para a administração do consórcio. Normalmente são grandes geradoras de resíduos e, portanto, preteridas para abrigar a unidade de tratamento e disposição final em razão da maior geração de RSU.
Logística e transporte de RSU	Foi estabelecido a distância de até 30km entre as sedes municipais, em trajeto em boas condições de tráfego, para o deslocamento pelo próprio veículo coletor até a unidade de disposição final. Para distância superior, foi considerado o uso de unidade de estação de transferência até o limite de 80 km desta até a unidade de disposição final.
Economia de escala	A possibilidade de rateio dos custos entre o maior números de pagantes é um fator preponderante à economia de escala, tornando menos oneroso o manejo dos RSU. Assim, evitou-se a adoção de solução individualizada, com estudo do melhor arranjo englobando todos os municípios da Costa do Descobrimento.
População	População mínima de 300.000 habitantes para o arranjo consorciado

Fonte: Adaptado de Simão et al. (2017) e Lange e Macedo (2020).

Quadro 4 – Unidades de gerenciamento de RSU adotadas.

Unidade	Definição	Critérios para seleção	Referência normativa
Ponto e entrega voluntária (PEV)	Locais de entrega voluntária para a recepção de materiais recicláveis, volumosos, podas e resíduos secos em pequenos volumes de até 1 m ³ , instalados em locais de fácil acesso.	1 unidade para população igual ou superior a 10.000 hab. limitado a 4 unidades por município. Equipamento preferencialmente urbano.	NBR 15.112/2004
Unidade de Triagem (UT)	Galpão para o recebimento, triagem, prensagem, enfiamento e comercialização de materiais secos recicláveis. Podendo haver algum beneficiamento.	1 unidade para população superior a 20.000 hab. limitado a 2 unidades por município. Equipamento preferencialmente urbano.	MMA, 2010
Unidade de compostagem (UCO)	Pátios com infraestrutura necessária para a realização da compostagem dos resíduos orgânicos coletados e recebidos dos grandes geradores.	1 unidade para cada 30.00 habitantes, limitado a 1 equipamento por cidade. Equipamento rural.	NBR 13591:1996
Estação de transbordo ou transferência (ET)	Unidade para a transferência dos RSU de um centro gerador até o local de disposição final.	Distante até 30 km do centro gerador e até 80 km do local de disposição final. Equipamento rural.	NBR 13463/1995
Aterro de reciclagem e recebimento de resíduos de construção e demolição (ARCD)	Unidades de recepção, britagem, segregação, peneiramento para uniformização da granulometria e disponibilização dos recicláveis para reutilização ou simplesmente descarte de resíduos da construção e demolição (RCD)	1 unidade para cada 50.000 habitantes, limitado a uma unidade por municípios. Equipamento rural.	NBR 15.113/2004
Aterro Sanitário de Pequeno Porte (ASPP)	Instalação para disposição de RSU com capacidade de recebimento de até vinte toneladas diárias.	Recebimento de até 20.000 ton/dia de RS. Equipamento rural, entre 5 a 15 km do núcleo gerador	NBR 15.849/2010
Aterro Sanitário (AS)	Consiste na técnica de disposição de RSU no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais.	Equipamento rural. Distante entre 5 a 30 km de núcleos urbanos.	NBR 13.896/1997

Fonte: Elaboração própria.

A espacialização dos arranjos intermunicipais e seus elementos locais das unidades gerenciais, logística de resíduos e arranjos intermunicipais do modelo de gestão proposto foi elaborado com uso o *software* Quantum GIS (QGIS), versão 3.14.1. A localização geográfica das mesmas possuem caráter representativo e, portanto, se faz necessário a realização de estudo posterior de viabilidade locacional.

Posteriormente, foi realizada uma análise comparativa de custos dos arranjos propostos, com valores referentes aos custos das unidades de gerenciamento obtidos de BAHIA (2014), conforme Quadro 5.

Quadro 5 - Estimativa de investimento por tipo de unidade proposta.

Unidades	Preço total por população atendida (R\$) - (já. 2010)				
	Até 20.000 habitantes	20.001 e 40.000 habitantes	40.001 e 100.000 habitantes	100.001 e 500.000 habitantes	acima de 500.001 habitantes
Unidade de triagem (UT)	238.298,50	253.755,70	289.822,50	392.870,50	547.442,50
Posto de entrega voluntária (PEV)	141 .691 ,00				
Estação de transferência de resíduos (ET)	267.855,50	286.532,95	384.428,55	556.372,58	809.221,05
Aterro de resíduos de construção e demolição (ARCD)	165.000,00	247.500,00	412.500,00	825.000,00	1.650.000,00
Unidade de Compostagem	180.000		450.000	835.000	1.345.000
Aterro Sanitário Convencional (ASC) com UCO	-	-	1.307 .421 ,50	2.364.951,60	4.256.912,88

Fonte: Adaptado de BAHIA, 2014.

A Central de Tratamento e Valorização de Resíduos (CTVR) instalada no Município de Santa Cruz Cabrália, foi proposta no estudo como uma possível unidade de disposição final dos rejeitos gerados em todo o território. Trata-se de um importante aterro sanitário no contexto da Costa do Descobrimento que, embora de iniciativa privada, deve ser considerada para um cenário futuro de gerenciamento integrado sob a ótica da parceria público privada.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização da gestão dos resíduos sólidos urbanos

A representação cartográfica da gestão dos resíduos sólidos nos municípios encontra-se sintetizada na Figura 6.

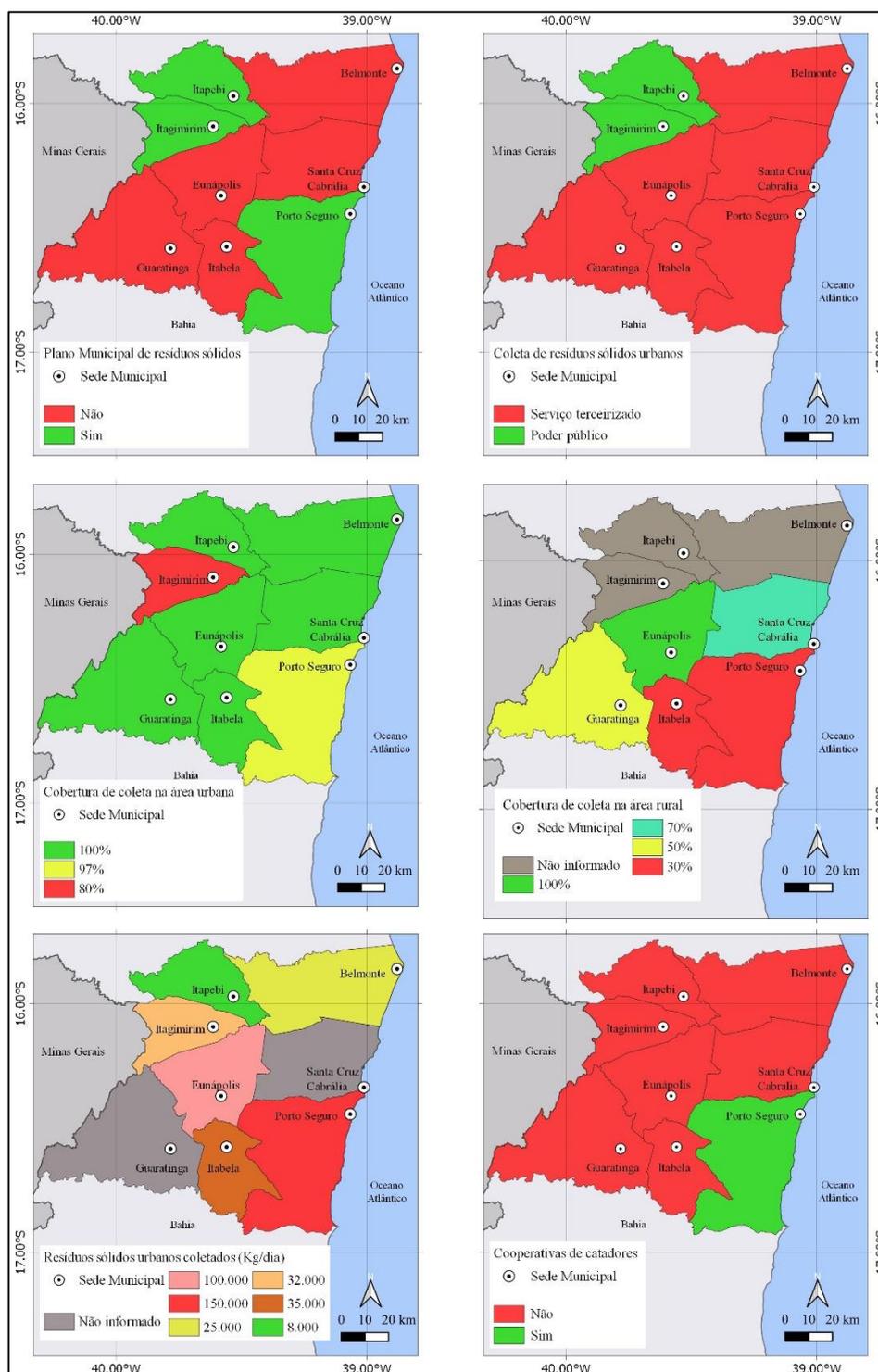


Figura 6 – Representação cartográfica da gestão dos RSU.

Fonte: Elaboração própria

O diagnóstico da gestão dos RSU nos municípios da Costa do Descobrimento mostrou que a prestação dos serviços de limpeza pública é deficitária. Embora todos os municípios realizem a coleta diária de RSU, diversos gargalos são identificados no processo de gerenciamento, com destaque para a inexistência de unidades de gerenciamento tais como aterros sanitários, unidades de compostagem, unidades de triagem, outras.

Na maioria dos municípios pesquisados, são inexistentes planos, programas ou políticas públicas específicas sobre a gestão e manejo dos RSU, com os serviços de limpeza pública restritos à coleta e disposição em área afastada dos centros urbanos, perpetuando danos e impactos socioeconômicos e ambientais advindos da prática do descarte irregular.

Os municípios de Porto Seguro, Itagimirim e Itapebi, informaram possuírem Plano Municipal de Resíduos Sólidos (PMRS), porém, a sua elaboração não refletiu em qualquer modificação nos aspectos gerenciais ou melhorias dos serviços já prestados no tocante aos RSU. Ou seja, mesmo havendo elaborado o plano, o gerenciamento dos RSU pouco difere em efetividade dos demais municípios, com serviços prestados também resumindo-se ao afastamento dos resíduos coletados para um local inadequado. Essa situação mostra um cenário já constatado em muitos municípios brasileiros os quais, mesmo possuindo PMRS, obrigatório conforme a PNRS, não conseguem executar ou atender satisfatoriamente as diretrizes e ações estabelecidas nesses planos (ZAGO; BARROS, 2019).

A totalidade dos municípios informaram que a dotação orçamentária para a execução dos serviços de limpeza pública é insuficiente, associado ao fato de que a ausência de cobrança da população ou o baixo valor cobrado são outros entraves. A insuficiência de recursos financeiros é uma das principais razões para justificar o descumprimento da PNRS. Por outro lado, em Porto Seguro, Carvalho (2020) identificou que mesmo quando houve investimento financeiro para a implantação de um Aterro Sanitário, no ano de 2000, as deficiências técnicas, operacionais e administrativas municipais transformaram a unidade de tratamento de resíduos em um “lixão” a céu aberto.

Tal situação é uma realidade observada em outras cidades que, após receberem os recursos financeiros federais ou estaduais para a implantação de unidades de gerenciamento, não conseguem realizar a manutenção e operacionalização persistindo as deficiências técnicas, administrativas e gerenciais, alegando a continuidade da dificuldade financeira (ZOHOORI, GHANI, 2017; ANSHASSI et al, 2019; ZABO, BARROS, 2019).

Mesmo com limitações gerenciais, as cidades de Itagimirim e Itapebi optaram pela realização dos serviços de limpeza pública como atividade de um setor da prefeitura enquanto os demais municípios optaram por destinar esses recursos à terceirização.

Os municípios que possuem a terceirização dos serviços de coleta são atendidos satisfatoriamente, com cobertura de aproximadamente 100% das áreas urbanas. Quando terceirizados, os serviços de coleta tendem a ser abrangentes em razão do cumprimento contratual e penalidades administrativas.

Apenas Itagimirim, que possui o serviço via órgão municipal, possui uma deficiência da prestação desses serviços, sendo a coleta inexistente em 20% de sua área urbana. Tal fato pode ser justificado, dentre outros fatores, pela ausência de um planejamento ou roteiro adequado de coleta, pela ausência de acessos adequados, pela insuficiência do número de veículos ou mesmo pela utilização destes para outras finalidades. Em cidades de menor porte, geralmente os veículos de carroceria ou caçamba empregados nos serviços de limpeza pública, também são utilizados para transporte de materiais e insumos de obras públicas, priorizando apenas a coleta na área central em detrimento dos bairros periféricos.

Observou-se uma discrepância da cobertura do serviço em áreas rurais em todos os municípios, somente Eunápolis informou possuir 100% de coleta no território municipal, sendo a população rural igualmente atendida com os serviços de limpeza pública. Por outro lado, Guaratinga, Itabela, Porto Seguro e Santa Cruz Cabralia realizam parcialmente o serviço, o que pode ser justificado pela grande distância dos distritos rurais, ou condições inadequadas de acesso, o que inviabiliza ou dificulta o deslocamento de veículos e equipes de limpeza até esses locais.

Destaca-se Porto Seguro, que mesmo possuindo PMRS e terceirização dos serviços, apresenta cobertura de apenas 30% de sua área rural compreendida, dentre outros, pelos distritos de Arraial D'ajuda, Trancoso e Caraíva. Trata-se de localidades destacadas como importantes destinos turísticos no cenário nacional. Assim, uma deficiência desses serviços nesses distritos pode implicar em significativos impactos negativos à saúde pública e ao ambiente, principalmente nos períodos de alta temporada de turismo, onde os resíduos mais que dobram em quantidade (CARVALHO,2020).

O município de Belmonte também possui importantes distritos consolidados, sendo os principais Barrolândia e Mogiquiçaba. Embora não tenha informado dados sobre a cobertura de coleta em sua área rural, as análises de campo evidenciaram a prestação regular do serviço nessas localidades. Tal situação corrobora as constatações de Zohoori e Ghani (2017), Costa e Dias (2020) ao relatarem das dificuldades administrativas e gerenciais de alguns municípios sobre os serviços de limpeza pública, exemplificadas, dentre outros, pela ausência de documentos ou controle dos serviços prestados, ou mesmo pelo desconhecimento de sua abrangência pelo setor responsável.

Embora Porto Seguro seja o único município a possuir balança rodoviária para a pesagem dos veículos e consequente controle da massa de resíduos coletados, os demais arbitraram valores baseando-se na capacidade volumétrica dos veículos de coleta e quantidade diária de disposição final, revelando imprecisão nas estimativas. Observou-se que o município de Eunápolis coleta diariamente uma quantidade de resíduos equivalente ao somatório daqueles coletados pelos municípios de Belmonte, Itabela, Itagimirim e Itapebi. Porto Seguro e Eunápolis são os maiores geradores de resíduos da região estudada, fato este justificado por serem os municípios mais populosos representando, respectivamente, 38,9% e 29,7% da população total do território.

A partir de novembro de 2020, os municípios de Porto Seguro e Eunápolis iniciaram a destinação dos RSU para a Central de Tratamento e Valorização de Resíduos (CTVR), localizada na área territorial de Santa Cruz Cabrália. Porém, com a descontinuidade da gestão política decorrente do pleito eleitoral daquele ano, os contratos com a empresa responsável pelo aterro foram cancelados, voltando ambos os municípios à prática do descarte nos seus respectivos lixões.

Somente a partir do mês junho de 2021, Eunápolis retomou parcialmente a prática de destinação à unidade de tratamento, seguido por Santa Cruz Cabrália e, posteriormente, Porto Seguro. Parte dos resíduos coletados nessas cidades são encaminhadas para o aterro, mas outra ainda segue para o lixão, seja para reduzir os custos do transporte e descarte na CTVR, ou para manter o sustento das famílias de catadores que atual nesses locais, até que outra providência para a sua inclusão social e manutenção da renda seja garantida.

A ausência de unidades de transferência de resíduos e o elevado custo de transporte, dentre outros fatores, dificultam o avanço das tratativas contratuais com os demais municípios da região para o descarte dos RSU nessa unidade.

Nos municípios, a presença de catadores tanto na área urbana como nas áreas dos lixões é marcante, embora a gestão de Itagimirim tenha negado a ocorrência em sua cidade. A densidade de catadores no perímetro urbano e nos locais de disposição final se relaciona com a ausência de políticas públicas de incentivo a coleta seletiva e organização desses trabalhadores, predominando a atuação individual e informal. De acordo com Coelho et al. (2018), o surgimento de catadores é uma consequência da imensa desigualdade social e econômica que ocorre no Brasil, como também dos atuais padrões de consumo que geram cada vez mais resíduos, onde pessoas sem escolaridade e com baixa ou nenhuma qualificação profissional sujeitam-se a viver do que é descartado.

Essa situação é agravada através da atuação de atravessadores de materiais recicláveis, que compram os resíduos dos catadores a baixo custo, com valores menores aos praticados no mercado, o que influencia negativamente nos lucros mensais e aumenta a vulnerabilidade socioeconômica desses trabalhadores (DAGNINO; JOHANSEN, 2017; SHINOHARA, 2020).

Apenas Porto Seguro conta com uma cooperativa de catadores, que realizam os trabalhos de coleta, triagem e comercialização dos resíduos coletados no próprio local de disposição final. Entretanto, a ausência de políticas ou ações que incentivem a segregação dos resíduos na fonte geradora, com coleta diferenciada, contribui significativamente para a desvalorização e redução do volume dos resíduos potencialmente recicláveis uma vez que, ao serem coletados juntamente com os resíduos urbanos, são contaminados pelo contato com resíduos úmidos. A cooperativa realiza somente a coleta e triagem de resíduos que possuem maior valor agregado no mercado de recicláveis, tais como resíduos plásticos, papel e papelão e latas de alumínio, dispensando os vidros, metais e outros passíveis de reciclagem.

A criação de cooperativas ou associações de catadores é um dos instrumentos da PNRS de 2010, estabelecido como o principal meio para o fortalecimento e inclusão social dessa classe de trabalhadores. Porém, a situação diagnosticada em Porto Seguro revela que a ausência de um apoio técnico, operacional e mesmo financeiro por parte do poder público, pode refletir na baixa produtividade e pouco aproveitamento dos resíduos passíveis de serem reciclados, ou mesmo na comercialização dos materiais coletados diretamente para as empresas recicladoras, com interferência dos atravessadores e consequente redução da renda dos catadores.

Embora exista prazo legalmente estabelecido para o encerramento dos lixões, a definição de uma estratégia e projeto para a continuidade do trabalho e manutenção da renda desses trabalhadores prescinde à desativação desses depósitos irregulares de resíduos. Mas para isso, Vansetto e Ghisi (2019) e Fidelis et al. (2020) ressaltam a necessidade da realização de treinamentos, capacitação e acompanhamento técnico dos catadores associados ou cooperados, até que os mesmos estejam aptos à promoverem, de forma independente, um adequado manejo, gestão e gerenciamento dos resíduos recicláveis.

Os levantamentos realizados evidenciaram um contraste dos dados obtidos com aqueles disponíveis no SNIS, já que tais informações não são evidenciadas publicamente nas plataformas oficiais, mesmo sendo obrigatórias. No Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, realizado em 2019, somente os municípios de Eunápolis e Porto Seguro disponibilizaram dados no sistema nacional enquanto Belmonte e Santa Cruz Cabrália o fizeram somente em 2018 (SNIS, 2019).

Para os demais municípios, a ausência de informações no SNIS pode ser atribuída, dentre outros fatores, ao desconhecimento da obrigatoriedade do préstimo das informações; limitações técnicas para o acesso da plataforma federal; limitação técnica para o entendimento dos questionamentos feitos pelo SNIS; existência parcial de informações quali-quantitativas dos serviços prestados nos municípios; e mudanças de gestores municipais com consequente descontinuidade das ações realizadas.

Por fim, o diagnóstico da gestão dos RSU nos municípios da Costa do Descobrimento revelou um quadro deficitário e inadequado, com impactos negativos no contexto social, econômico, ambiental e de saúde pública. A prática predominante da coleta e afastamento dos resíduos dos centros urbanos mostram a incapacidade, ou desinteresse dos gestores municipais, para a promoção de programas, ações ou incentivos voltados para práticas de redução da geração, reutilização, valorização, destinação e tratamento adequados.

A reversão desse cenário, com consequente cumprimento dos termos da PNRs, é complexo, desafiador e mostra-se como o maior desafio a ser enfrentado pelos municípios.

5.1.1 Diagnóstico das áreas de disposição final de RSU nos municípios pesquisados

O diagnóstico realizado nas áreas de disposição final de RSU evidenciou tratar-se de locais impróprios, inadequados e com ausência de condições mínimas necessárias à garantia da proteção ambiental, com consequente perpetuação dos impactos socioeconômicos, ecológicos e de saúde pública. Trata-se de lixões, com ausência de infraestrutura mínima suficiente à operacionalização ou proteção ambiental (Figura 7).

A existência de estrutura de apoio foi identificada somente no município de Porto Seguro, composta por portaria para o controle de acesso, balança rodoviária para pesagem dos veículos, isolamento físico e visual no perímetro da área e acesso interno até o local de disposição em condições satisfatórias. Tais estruturas são importantes e necessárias uma vez que possibilitam um controle estatístico da quantidade de resíduos depositadas no local, impedem acesso de animais ou pessoas não autorizadas.

No interior do perímetro dos lixões inexistem elementos de proteção ambiental ou qualquer prática que visam atenuar ou mitigar os aspectos da disposição irregular dos resíduos. Não há sistemas de impermeabilização do solo, drenagem de chorume ou drenos para os gases gerados. Além disso, a ausência de um controle da declividade do terreno ou drenos para o afastamento das águas pluviais possibilitam o escoamento do chorume e o carreamento de resíduos para áreas vizinhas. A inexistência de barreiras vegetais no entorno dos locais também

permite a contaminação de áreas vizinhas com o transporte de resíduos leves pela ação dos ventos, e ainda contribuem para a depreciação estético-visual do lugar.

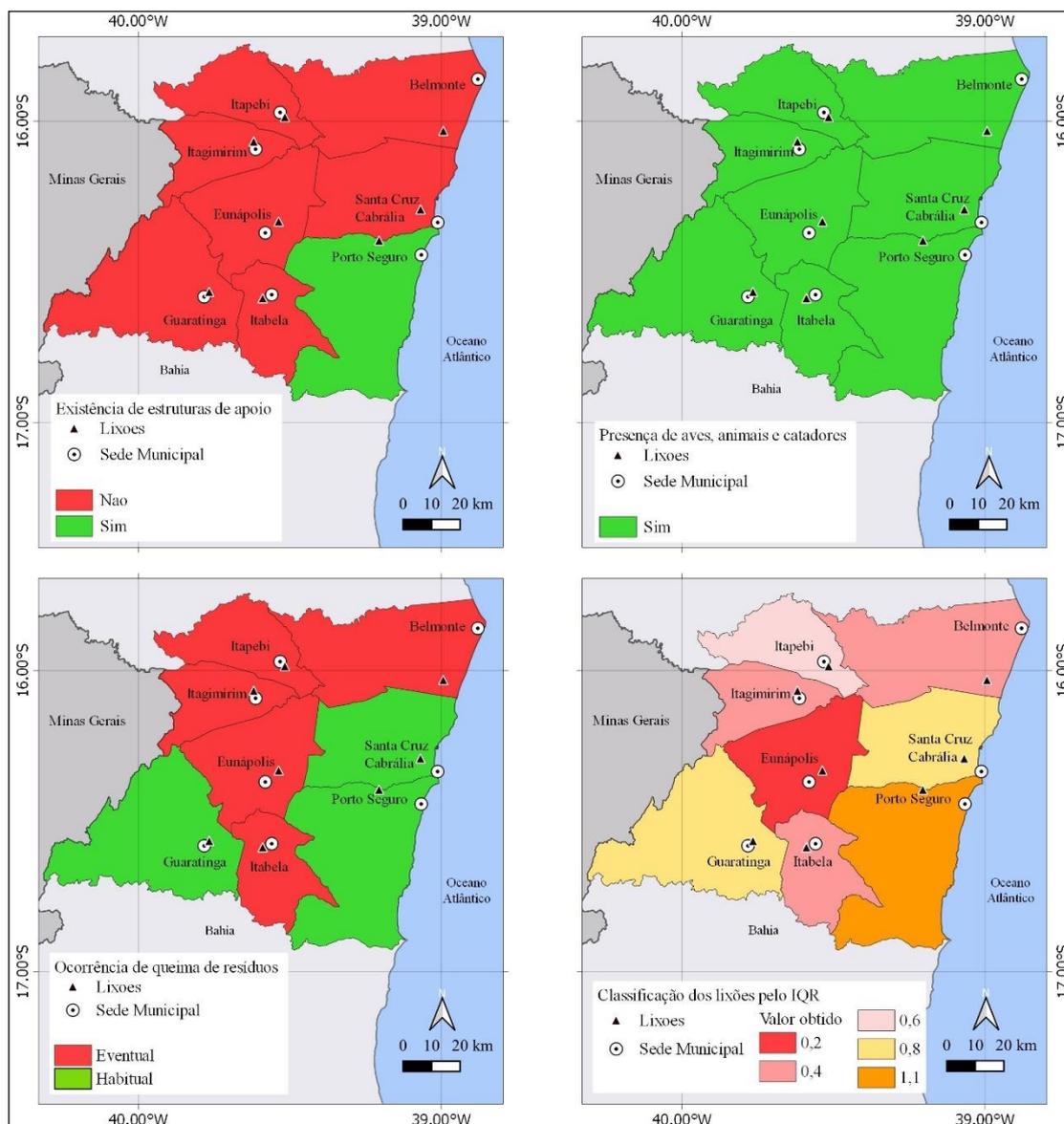


Figura 7 - Caracterização dos locais de disposição final de RSU.

Fonte: Elaboração própria

A cobertura dos RSU depois que dispostos, prática inexistente em todos os locais estudados, impediria a atuação de catadores, a contaminação de animais que se alimentam dos resíduos, minimizaria a proliferação de vetores e a ocorrência de incêndios de massa de resíduos, com conseqüente redução dos impactos ambientais, sociais e proteção à saúde pública. A queima dos resíduos nos lixões é uma ação recorrente e voluntária, promovida tanto pelos operadores dos veículos quanto pelos catadores; o primeiro visa a redução do volume dos resíduos descartados e assim aumentar a vida útil do lixão, o segundo o faz para facilitar o

acesso à parte daqueles recicláveis, principalmente metais, presente na massa dos resíduos (Figura 8Figura 11Figura 13).

Ainda que não tenha sido evidenciado a queima de resíduos, nos municípios de Guaratinga, Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália vestígios de cinzas no local mostram a ocorrência de incêndios eventuais, ocasionados intencionalmente pelos frequentadores desses locais, ou mesmo não intencionais, causados naturalmente pelo calor gerado pela reação exotérmica decorrente da decomposição aeróbica da fração orgânica, podendo chegar a temperaturas de até 70° Celsius, ou mesmo pela liberação de gases resultantes da decomposição anaeróbia dos resíduos biodegradáveis associados a incidência da luz solar em objetos (GONÇALVES et al., 2019).

Em todos os lixões existem catadores de materiais recicláveis, os quais desempenham as atividades de triagem, armazenagem em sacos tipo ‘bags’ e posterior comercialização para atravessadores localizados no município de Eunápolis. A situação diagnosticada revela um quadro de degradação social e de insalubridade a que estão expostos esses trabalhadores.

Tal fato é endossado por Coelho et al. (2018), Vansetto e Ghisi (2019) que destacam que esses profissionais estão diariamente expostos à inúmeros riscos biológicos (bactérias, fungos, vírus, helmintos); ergonômicos (postura, esforço físico intenso, peso); químicos (metais pesados, agroquímicos, medicamentos); de acidentes (perfuro-cortantes, quedas, lesões) e psíquico-emocionais (desmotivação, sentimento de desvalorização e inferioridade, desesperança).

A análise da qualidade do local de disposição dos RSU foi insatisfatória em todos os municípios. Em uma escala que varia entre 0,0 a 10, o município de Eunápolis obteve a menor pontuação, 0,2, sendo a maior para Porto Seguro, 1,1, evidenciando o elevado grau de inadequabilidade de todos os locais avaliados. A existência de estruturas básicas na área do lixão de Porto Seguro, já citadas anteriormente, contribuíram para o IQR mais elevado do território estudado, ainda que inadequado.

Embora o número de habitantes esteja diretamente relacionado à geração de resíduos, os levantamentos realizados mostraram que o tamanho ou dimensões das áreas dos lixões dos municípios não guardam relação com o tamanho populacional, mas sim com as características topográficas do local e formas de disposição.

Nos municípios de Itabela e Porto Seguro, seus respectivos lixões estão localizados em locais elevados, topos de morro, e os resíduos são sempre depositados no mesmo local pelos veículos, sendo posteriormente empurrados por um trator de esteira para o talude inclinado a

justante, fazendo uma sobreposição de camadas de resíduos sobre um plano inclinado, com utilização de uma menor área espacial.

Já o lixão do município de Belmonte possui vários pontos de afloramento do lençol freático, que são aumentados nos períodos de maior pluviosidade, fazendo com que os veículos de coleta procurem novos locais não alagados para o descarte, ampliando a área utilizada para a disposição dos resíduos.

As Figura 8 aFigura 15 ilustram os locais de disposição de resíduos dos municípios pesquisados.



Figura 8 – Lixão do município de Belmonte. Data das imagens: dezembro/2020.



Figura 9 – Lixão do município de Eunápolis. Data das imagens: janeiro/2021.



Figura 10 - Lixão do município de Guaratinga. Data das imagens: dezembro/2020.



Figura 11 - Lixão do município de Itabela. Data das imagens: dezembro/2020.



Figura 12 – Lixão do município de Itagimirim. Data das imagens: dezembro/2020.



Figura 13 – Lixão do município de Itapebi. Data das imagens: janeiro/2021.



Figura 14 - Lixão do município de Porto Seguro. Data das imagens: janeiro/2021.



Figura 15 - Lixão do município de Santa Cruz Cabrália. Data das imagens: janeiro/2021.

O diagnóstico realizado nas áreas de disposição final de RSU evidenciou tratarem-se de locais impróprios, inadequados e com ausência de condições mínimas necessárias à garantia da proteção ambiental, com conseqüente perpetuação dos impactos socioeconômicos, ambientais, ecológicos e de saúde pública. Também revelaram a ausência de ações voltadas à minimização da geração, segregação e destinação adequada dos resíduos pelos municípios, sendo os

catadores os únicos responsáveis pela recuperação de uma parcela, pouco significativa, dos materiais passíveis de reciclagem.

Diante deste cenário, pela relevância histórica, cultural, ambiental e econômica da região da Costa do Descobrimento, revela-se urgente a cessação dessa prática degradante, com consequente inclusão social dos catadores, implantação de programas de coleta seletiva, recuperação ambiental dos locais de disposição final e promoção do adequado gerenciamento dos RSU nos termos da lei.

5.2 Caracterização gravimétrica

A caracterização gravimétrica dos RSU coletados, realizadas em 01/2021, apresentou resultados heterogêneos, refletindo as características socioeconômicas dos municípios estudados e a prática ou inexistência de algum manejo diferenciado na segregação e coleta dos resíduos gerados, tal qual discutido nos tópicos anteriores. Os resultados desse levantamento, bem como um resumo de estatística descritiva do valores obtidos, são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Composição gravimétrica dos resíduos urbanos e análise estatística descritiva dos resultados.

Município	Composição gravimétrica dos resíduos (%)						
	Orgânicos	Papel, papelão	Plásticos	Metais	Vidros	Inertes	Rejeitos
Belmonte	57,50	9,65	13,75	0,75	0,55	1,05	16,75
Eunápolis	30,88	11,29	15,88	1,35	5,18	0,00	35,42
Guaratinga	64,24	6,43	12,86	0,00	1,00	0,00	15,47
Itabela	48,83	7,88	14,00	1,76	3,24	0,00	24,29
Itagimirim	43,24	7,05	12,59	3,24	7,41	0,00	26,47
Itapebi	54,50	8,50	14,75	1,65	1,75	0,00	18,85
Porto Seguro ⁽¹⁾	41,90	19,02	24,00	1,00	3,80	3,50	6,78
Santa Cruz Cabralia	55,36	9,29	14,28	1,07	0,00	0,00	20,00

Unidade	Estatística descritiva dos resultados por tipo de resíduos						
	Orgânicos	Papel, papelão	Plásticos	Metais	Vidros	Inertes	Rejeitos
Mínimo	30,88	6,43	12,59	0,00	0,00	0,00	6,70
Média	49,56	9,89	15,27	1,35	2,87	0,57	20,49
Mediana	51,66	8,90	14,15	1,21	2,50	0,00	19,43
Máximo	64,24	19,02	24,00	3,24	7,41	3,50	35,41
Desvio padrão	10,59	3,99	3,68	0,94	2,54	1,24	8,49
Variância da amostra	112,10	15,96	13,53	0,89	6,47	1,54	72,14

Fonte: Elaboração própria. (1) Adaptado de Carvalho, 2020.

Através da análise estatística dos dados obtidos, é possível observar que os elevados valores referentes ao desvio padrão e variância da amostra para a fração orgânica e os rejeitos revelam uma elevada heterogeneidade da geração desses resíduos entre os municípios pesquisados, com situação oposta quando analisados os mesmos parâmetros para os metais e

rejeitos. Quanto aos resíduos orgânicos, ainda que a variação entre a máxima e a mínima foi de aproximadamente 48%, os valores da média e mediana foram próximos dos 50%. Quanto à fração reciclável dos resíduos, notadamente os papéis, papelão e plásticos, as diferenças entre as máximas e mínimas refletem as diferenças econômicas entre os municípios pesquisados, com resultados influenciados pela maior relevância dos setores comercial e turístico dos maiores geradores.

O maior percentual dos resíduos amostrados são aqueles de origem orgânica, ratificando os dados dos principais estudos científicos de gravimetria de resíduos municipais (ALVAREZ, 2012; REZENDE et al., 2013; ADENIRAN et. al., 2017; MENEZES et al., 2019; CARVALHO, 2020), sendo o município de Guaratinga o maior gerador, com predominância de restos de alimentos e resíduos de jardinagem doméstica. A ausência do manejo e destinação inadequada dos resíduos orgânicos na maioria dos municípios magnificam os impactos ambientais da disposição irregular.

Em oposto, a segregação na origem de alguns estabelecimentos geradores de resíduos orgânicos implicou na menor representatividade em Eunápolis. Nesse município, alguns restaurantes, supermercados e feiras executam uma coleta diferenciada e destinam esses resíduos à produtores rurais que os utilizam para alimentação animal ou formação de composto orgânico para aplicação no solo. Os resíduos provenientes dos serviços públicos de poda e capina de vegetação possuem coleta separada dos demais RSU em todos os municípios, mas dispostos na mesma área dos lixões.

Os resíduos passíveis de reciclagem caracterizam-se pela maior concentração de papel, papelão e plásticos nos município de Eunápolis e Porto Seguro. Trata-se dos municípios-polo do território estudado, com forte atuação do setor comerciário, o que reflete no aumento da geração de resíduos secos recicláveis, principalmente na região central das cidades.

Em todas as cidades destaca-se a maior concentração dos plásticos, com predominância para embalagens pet, sacos e sacolas. Porém, a ausência de políticas ou ações por parte dos municípios voltados para a redução da geração, segregação na fonte e coleta diferenciada, dificultam a sua recuperação ou reaproveitamento. Os levantamentos realizados permitem afirmar que o trabalho de recuperação de plásticos pelos catadores, depois de descartados nos lixões municipais, é incipiente e se concentram nas embalagens tipo pet por serem de fácil comercialização.

Quanto aos papeis e papelão, foi observado que na maioria dos municípios há uma coleta prévia nos pontos comerciais, realizada por catadores autônomos ou pela própria equipe da limpeza pública. Quando são segregados previamente, esses resíduos possuem maior valor

agregado e são de fácil revenda no mercado de recicláveis, porém, quando coletados junto com os RSU pelo veículo coletor tipo prensa/compactador, ocorre a sua contaminação e descaracterização através do contato com outros resíduos, principalmente os úmidos, perdendo valor de mercado ou mesmo inviabilizando a sua reciclagem.

Os resíduos metálicos possuem pouca representatividade na composição gravimétrica dos municípios. O diagnóstico evidenciou a coleta prévia de metais de maior porte por comerciantes sucateiros enquanto os de menor tamanho, principalmente os de alumínio ou cobre, devido ao seu alto valor de mercado e fácil comercialização, são previamente segregados pelos próprios trabalhadores dos serviços de coleta, catadores autônomos que atuam na cidade e, muitas vezes, pelos próprios geradores. Durante a avaliação gravimétrica nos lixões, dentre os metais existentes predominavam as embalagens tipo aerossol, compostas por desodorantes, inseticidas e latas de produtos alimentícios.

Os municípios de Itagimirim e Eunápolis foram os mais representativos quanto à geração de vidros, já no município de Santa Cruz de Cabrália não foi detectado nas amostras separadas pelo processo do quarteamento. Em nenhum dos municípios pesquisados foi identificado a coleta ou comercialização de vidros pelos catadores.

Em todos os municípios há serviços de coleta diferenciada para os resíduos inertes, oriundos principalmente das obras de construção, demolição e reformas. Em razão disso, por serem coletados e dispostos separadamente dos RSU, foram os menos representativos dentre todas as categorias pesquisadas. Eventualmente, quando gerado em pequena quantidade, os geradores os armazenam em sacos ou sacolas e destinam à coleta pública de RSU, fato este que pode justificar a sua detecção em Belmonte e Porto Seguro.

Dentre os resíduos pesquisados, os resultados referentes à geração de rejeitos foram expressivos. Os rejeitos caracterizam-se pelos resíduos sanitários, fraldas, produtos de uso pessoal (absorventes e preservativos), animais mortos, fezes, isopor, pedaços de couro, tecidos e aqueles que, devido às suas características físicas e sujidade, tornaram-se inservíveis para outra finalidade. Nesse âmbito, os rejeitos representaram a segunda categoria mais representativa em sete dos oito municípios. A exceção de Porto Seguro é justificada pela não inclusão da categoria rejeitos dentre os resíduos amostrados no trabalho realizado por Carvalho (2020), sendo para esses considerados apenas as fraldas, isopor e tecidos.

Em conformidade com os levantamentos gravimétricos somados àqueles obtidos com as projeções populacionais, foi possível quantificar e estimar para cada município a geração futura de cada constituinte dos RSU gerados, o que, segundo Menezes et al. (2019) é fundamental para a determinação da alternativa tecnológica mais adequada, desde a etapa de

coleta, transporte, reaproveitamento, reciclagem até a destinação final dos rejeitos em aterros sanitários.

5.3 Estimativa populacional

Os municípios da Costa do Descobrimento possuem particularidades demográficas, sociais, e econômicas, o que resultou em diferentes tendências individuais de crescimento da população. Para o horizonte de 20 anos, os cálculos da estimativa populacional mostraram um incremento de 24,53% de habitantes na região estudada, conforme mostrado na Tabela 9.

Tabela 9 - Estimativa populacional dos municípios da Costa do Descobrimento.

Número de habitantes por município por ano									
Ano	Belmonte	Eunápolis	Guaratinga	Itabela	Itagimirim	Itapebi	Porto Seguro	Santa Cruz Cabrália	TOTAL
2.022	23.917	116.000	20.722	31.563	6.433	9.785	164.379	29.429	402.228
2.023	24.094	117.277	20.643	31.827	6.380	9.728	167.499	29.710	407.158
2.024	24.270	118.543	20.571	32.092	6.327	9.671	170.620	29.993	412.087
2.025	24.447	119.799	20.505	32.356	6.274	9.615	173.741	30.278	417.015
2.026	24.624	121.046	20.444	32.620	6.222	9.559	176.862	30.567	421.944
2.027	24.800	122.282	20.391	32.885	6.171	9.503	179.983	30.858	426.873
2.028	24.977	123.508	20.343	33.149	6.119	9.448	183.103	31.152	431.799
2.029	25.153	124.725	20.301	33.414	6.069	9.393	186.224	31.449	436.728
2.030	25.330	125.933	20.266	33.678	6.018	9.338	189.345	31.748	441.656
2.031	25.507	127.132	20.237	33.942	5.968	9.284	192.466	32.051	446.587
2.032	25.683	128.321	20.215	34.207	5.919	9.230	195.587	32.356	451.518
2.033	25.860	129.501	20.198	34.471	5.870	9.176	198.707	32.665	456.448
2.034	26.036	130.673	20.188	34.736	5.821	9.123	201.828	32.976	461.381
2.035	26.213	131.835	20.184	35.000	5.773	9.070	204.949	33.290	466.314
2.036	26.390	132.990	20.186	35.264	5.725	9.017	208.070	33.607	471.249
2.037	26.566	134.135	20.194	35.529	5.677	8.964	211.191	33.927	476.183
2.038	26.743	135.273	20.209	35.793	5.630	8.912	214.311	34.251	481.122
2.039	26.919	136.402	20.230	36.058	5.583	8.860	217.432	34.577	486.061
2.040	27.096	137.523	20.257	36.322	5.537	8.809	220.553	34.906	491.003
2.041	27.273	138.636	20.290	36.586	5.491	8.757	223.674	35.239	495.946
2.042	27.449	139.741	20.329	36.851	5.445	8.706	226.795	35.575	500.891

Fonte: Elaboração própria.

Os municípios de Belmonte, Itabela e Santa Cruz Cabrália apresentaram, respectivamente, crescimentos populacionais regulares de 14,76%, 16,75% e 20,88% ao final do período. Por outro lado, estima-se um decréscimo populacional nos municípios de Guaratinga, Itagimirim e Itapebi de 1,90%, 15,36% e 11,03%, respectivamente

Belmonte e Santa Cruz Cabrália se destacam por serem municípios litorâneos, sendo o turismo e datas festivas os maiores responsáveis pelo fluxo de pessoas que contribuem, dentre outros, para o aumento da população flutuante. A proximidade da área urbana de Santa Cruz Cabrália com a cidade de Porto Seguro, que apresenta o maior crescimento populacional dentre os municípios pesquisados, influencia positivamente para o incremento da sua população. Isso pode ser justificado, dentre outros fatores, pela oferta insuficiente e elevado custos dos imóveis em Porto Seguro, fazendo com que parte dessa pressão imobiliária seja direcionada para Santa Cruz Cabrália. Já Itabela, o fortalecimento das atividades agrossilvopastoris é o principal atrativo para a migração de novos residentes.

Aqueles municípios que apresentaram decréscimo populacional já figuram-se como os menos populosos. A baixa atratividade econômica, indisponibilidade de vagas de trabalho, insuficiência de serviços assistenciais, dentre outros, são alguns dos fatores que contribuem para a migração de seus habitantes para outras cidades. Por fim, influenciados pela maior diversidade econômica, comercial, infraestrutura e disponibilidade outros serviços, os municípios de Eunápolis e Porto Seguro, ambos cidades-polo da região estudada, contarão com um incremento populacional de 20,47% e 37,97%, respectivamente.

Para Guarda (2012), os dados da variabilidade populacional em um espaço temporal são fundamentais para o ordenamento territorial e planejamento da prestação de serviços públicos essenciais de uma cidade ou região. Através desse prognóstico, é possível estimar a geração futura de RSU e, diante dessa previsão, planejar a evolução da infraestrutura e serviços necessários para atendimento satisfatório das novas demandas, sendo esses dados igualmente aplicados às outras áreas do saneamento.

5.4 Estimativa da geração de RSU

De posse do valor de produção *per capita* diária de resíduos dado por BAHIA (2012), juntamente com os resultados da estimativa populacional, calculou-se a estimativa da geração de RSU nos municípios para o cenário de 20 anos, conforme Tabela 10.

Enquanto nos municípios de Guaratinga, Itagimirim e Itapebi haverá uma discreta redução na geração de RSU, igualmente discreto é o incremento geracional de Belmonte, Itabela e Santa Cruz Cabrália, sendo ele mais acentuado para os municípios de Porto Seguro e Eunápolis com um acréscimo de, respectivamente, 37,97% e 20,46% ao final de 20 anos, sendo os dois polos geradores de RSU da região.

Tabela 10 - Estimativa da geração de RSU nos municípios da Costa do Descobrimento.

Município	Ano	População (hab)	Taxa de Geração (kg/hab .dia)	Geração de RSU (kg/dia)	Geração de RSU (ton/ano)
Belmonte	2.022	23.917	0,700	16.742,04	6.110,84
	2.027	24.800	0,700	17.360,14	6.336,45
	2.032	25.683	0,700	17.978,24	6.562,06
	2.037	26.566	0,700	18.596,34	6.787,66
	2.042	27.449	0,700	19.214,44	7.013,27
Eunápolis	2.022	116.000	1,000	116.000,18	42.340,06
	2.027	122.282	1,000	122.281,81	44.632,86
	2.032	128.321	1,000	128.320,85	46.837,11
	2.037	134.135	1,000	134.135,33	48.959,40
	2.042	139.741	1,000	139.741,37	51.005,60
Guaratinga	2.022	20.722	0,700	14.505,52	5.294,51
	2.027	20.391	0,700	14.273,37	5.209,78
	2.032	20.215	0,700	14.150,16	5.164,81
	2.037	20.194	0,700	14.135,90	5.159,60
	2.042	20.329	0,700	14.230,59	5.194,17
Itabela	2.022	31.563	0,700	22.093,96	8.064,30
	2.027	32.885	0,700	23.019,36	8.402,07
	2.032	34.207	0,700	23.944,76	8.739,84
	2.037	35.529	0,700	24.870,16	9.077,61
	2.042	36.851	0,700	25.795,56	9.415,38
Itagimirim	2.022	6.433	0,600	3.859,97	1.408,89
	2.027	6.171	0,600	3.702,41	1.351,38
	2.032	5.919	0,600	3.551,29	1.296,22
	2.037	5.677	0,600	3.406,34	1.243,31
	2.042	5.445	0,600	3.267,30	1.192,56
Itapebi	2.022	9.785	0,600	5.870,91	2.142,88
	2.027	9.503	0,600	5.702,00	2.081,23
	2.032	9.230	0,600	5.537,95	2.021,35
	2.037	8.964	0,600	5.378,62	1.963,20
	2.042	8.706	0,600	5.223,87	1.906,71
Porto Seguro	2.022	164.379	1,000	164.378,60	59.998,19
	2.027	179.983	1,000	179.982,60	65.693,65
	2.032	195.587	1,000	195.586,60	71.389,11
	2.037	211.191	1,000	211.190,60	77.084,57
	2.042	226.795	1,000	226.794,60	82.780,03
Santa Cruz Cabrália	2.022	29.429	0,700	20.600,43	7.519,16
	2.027	30.858	0,700	21.600,65	7.884,24
	2.032	32.356	0,700	22.649,43	8.267,04
	2.037	33.927	0,700	23.749,14	8.668,43
	2.042	35.575	0,700	24.902,24	9.089,32

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com Dias et al. (2012), as variações climáticas, período de férias e festas, dentre outros, são alguns dos muitos fatores que podem influenciar na geração de RSU ao longo do ano. Para Zanchi et al.(2020), a estimativa da geração de resíduos em um intervalo temporal, fornecem aos gestores municipais importantes informações que os auxiliam no planejamento e tomada de decisões. Assim, o prognóstico da estimativa da geração de RSU em uma região é

um importante dado, utilizado para o estudo de arranjos intermunicipais como para o planejamento do seu manejo adequado.

Os valores obtidos mostram que em 2022 haverá na Costa do Descobrimento uma produção diária de aproximadamente 364 toneladas de RSU, e em 2042 será de 459 ton/dia, um significativo incremento de 26% ao final de 20 anos.

Para Guarda (2012), um importante aspecto a ser considerado em estudos populacionais refere-se à ocorrência de população flutuante, que pode afetar, dentre outros, a prestação dos serviços públicos de um município, tal qual os de limpeza pública, em razão do rápido incremento populacional em determinadas épocas do ano. O fluxo de turistas para os municípios litorâneos de Belmonte, Santa Cruz Cabrália e Porto Seguro impactam diretamente na quantidade diária de resíduos. Tal fato é corroborado por Carvalho (2020), onde levantamentos realizados demonstraram uma geração diária aproximada de 150 toneladas na baixa temporada em Porto Seguro, ao ponto que na alta temporada esse montante chegou a 212,5 ton/dia. Isso também implica em uma modificação da composição gravimétrica, com incremento da parcela de recicláveis.

Conhecer a variabilidade geracional e temporal de RSU possibilita aos gestores municipais preparar os órgãos responsáveis para que a prestação dos serviços de limpeza pública não seja prejudicada (GUARDA, 2012). Também permite a adequabilidade de estudos e projetos de forma a evitar o super ou subdimensionamento da infraestrutura necessárias ao adequado gerenciamento desses serviços, tornando-os otimizados. Além disso, conforme demonstrado por Zanchi et al. (2020), permite ainda calcular o retorno financeiro oriundo da parcela potencialmente reciclável dos RSU.

5.4.1 Estimativa da geração de resíduos potencialmente recicláveis

A estimativa da geração de resíduos potencialmente recicláveis e compostáveis gerados nas cidades dos municípios da Costa do Descobrimento, considerando apenas a população urbana, encontra-se apresentada na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Para o ano de 022, a geração de resíduos orgânicos compostáveis corresponderá aproximadamente 121 toneladas diárias, já o montante resíduos secos passíveis de reciclagem da ordem de 115 toneladas.

Tabela 11 – Geração urbana de resíduos potencialmente recicláveis.

Município	Ano	(Pop. Urbana) x (kg/hab./dia) (kg)	Quantidade de RSU gerada por tipo de resíduo (kg/dia)					Recicláveis secos (total)
			Orgân.	Papel / papelão	Plásticos	Metais	Vidros	
B elmonte	2022	7.294	4.194	704	1.003	55	40	1.802
	2042	8.031	4.618	775	1.104	60	44	1.983
Eunápolis	2022	109.976	33.961	12.416	17.464	1.485	5.697	37.062
	2042	133.890	41.345	15.116	21.262	1.808	6.935	45.121
Guaratinga	2022	5.524	3.548	355	710	0	55	1.120
	2042	2.506	1.610	161	322	0	25	508
Itabela	2022	17.108	8.354	1.348	2.395	301	554	4.598
	2042	20.674	10.095	1.629	2.894	364	670	5.557
Itagimirim	2022	3.174	1.373	224	400	103	235	962
	2042	2.846	1.231	201	358	92	211	862
Itapebi	2022	4.770	2.600	405	704	79	83	1.271
	2042	4.469	2.436	380	659	74	78	1.191
Porto Seguro	2022	133.429	55.907	25.378	32.023	1.334	5.070	63.805
	2042	182.347	76.403	34.682	43.763	1.823	6.929	87.197
Santa Cruz Cabralia	2022	19.999	11.072	1.858	2.856	214	0	4.928
	2042	45.103	24.969	4.190	6.441	483	0	11.114

Fonte: Elaboração própria.

O dados quantitativos da **Erro! Fonte de referência não encontrada.** também apresentam o real potencial para o reaproveitamento e destinação diferenciada de cada fração dos RSU gerados diariamente em cada município. Os municípios de Eunápolis e Porto Seguro novamente se destacam como os maiores geradores desses resíduos potencialmente recicláveis, cujo montante superam em quantidade aqueles resíduos de origem orgânica, ressaltando a pujança econômica e força dos setores de serviços, comércio e turismo desses municípios, o que contribui para uma maior geração de resíduos recicláveis nesses municípios. Esta situação justifica a necessidade e importância da implantação de unidades para o recebimento e segregação desses resíduos nesses dois municípios.

A ausência de práticas de manejo diferenciado de RSU nos municípios pesquisados, a inexistência de unidades de destinação apropriadas, a falta de apoio aos catadores existentes, ausência de campanhas de educação ambiental, baixa conscientização e participação social, dentre outros, faz com que grande parte esse potencial seja descartado como rejeito, sendo recuperado apenas uma parcela pouco significativa através dos catadores.

A ausência de metais na massa de RSU analisada no município de Guaratinga, o mesmo ocorrendo para vidros em Santa Cruz Cabralia, não significa dizer que os mesmos não foram, mas apenas que não foram encontrados da amostragem realizada.

Assim como o prognóstico do crescimento populacional os dados qualiquantitativos dos RSU gerados são importantes pois fornecem subsídios para a elaboração de planos e outras ações de planejamento, possibilitam a proposição de arranjos intermunicipais mais realistas e servirão para os estudos e cálculos nos projetos das unidades tecnológicas de destinação e tratamento final (FERREIRA e JUCÁ, 2017). Através destes é possível avaliar, frente às características socioeconômicas, culturais, de identidade territorial, dentre outras, a viabilidade técnica e sustentabilidade operacional de unidades auxiliares de gerenciamento de resíduos.

Ações para a redução da geração, reutilização, reaproveitamento e reciclagem dos RSU, além de se alinhar com as diretrizes da PNRS, possui grande relevância econômica, ambiental e social. Porém, a insuficiência na gestão dos RSU existente na Costa do Descobrimento leva ao desperdício e perda do seu valor econômico agregado, do seu potencial de geração de emprego, renda e inclusão social dos catadores existentes, reduz da vida útil das unidades de disposição final, elevam os custos de transporte e disposição final e magnificam os impactos ambientais daqueles que ainda promovem o descarte em lixões.

Estudo realizado por Filho et. al. (2014) na cidade de São Paulo revelou que a massa de resíduos recicláveis proveniente da coleta seletiva, mesmo realizada com o apoio da prefeitura e atuação de cooperativas de catadores, representou apenas 1,9% da massa total coletada, um valor pouco representativo. Conclui o autor que a ausência de cobrança pelo serviços de coleta de resíduos, a insuficiência das campanhas de educação ambiental, a baixa participação popular e programas de coleta seletiva pouco maduros, contribuem para a baixa eficiência da recuperação dos resíduos. Já o estudo realizado por Conke e Nascimento (2018), mostra igualmente a baixa eficiência dos programas de seletiva existentes no Brasil, onde apenas aproximadamente 10% daquilo potencialmente reciclável é recolhido.

Da mesma forma, a literatura científica revela que as práticas de reaproveitamento da fração orgânica dos RSU para a produção de composto orgânico são igualmente pouco eficientes, podendo chegar em torno de 10% do total gerado, sendo esta obtida diretamente com grandes geradores (PAIVA, 2018; LEITE et. al., 2019).

Assim, a utilização dos dados apresentados na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** para a promoção do planejamento municipal ou regional da gestão integrada de RSU requer cautela. Considerar a possibilidade de aproveitamento do montante total de cada fração dos resíduos para a proposição de arranjos ou para o dimensionamento de unidades tecnológicas de destinação e tratamento, é um erro recorrente em muitos estudos e projetos.

Segundo Souza e Borja (2017) as dificuldades enfrentadas para a implementação dos arranjos propostos por BAHIA (2014), têm evidenciado lacunas nos estudos realizados e nos

processos de planejamento e discussão com diversos atores envolvidos. Segundo os autores, essa realidade tem demandado ao Governo Estadual uma reavaliação dos arranjos territoriais propostos, reavaliando a capacidade técnico-institucional, realidades políticas, econômicas e socioambiental dos territórios, entre os quais, a Costa do Descobrimento.

Para o estudo realizado por BAHIA (2014), a utilização de dados unicamente secundários, juntamente com o critério estabelecido no estudo o qual considerou um valor fixo de 20% de recicláveis e 80% de rejeitos da produção total de RSU, comprovam que os arranjos propostos para o estado da Bahia não foram adequadamente dimensionados e não encontram-se otimizados, confirmando a constatação realizada por Souza e Borja (2017).

Neste mesmo contexto, para Colares et. al. (2010), Santos (2017) e Paiva (2018), alguns diagnósticos e estudos mal planejados, realizados principalmente com dados secundários sem conhecimento da realidade local, somados aos aspectos técnicos, econômicos, operacionais e ausência de conscientização ambiental e participação da população, estão entre os principais motivos para o sucateamento das unidades de gerenciamento implantadas em vários municípios brasileiros.

Nos últimos anos, muitos municípios foram contemplados com recursos e outros investimentos destinados ao planejamento e construção de unidades de gerenciamento de RSU, porém, de acordo com FUNASA (2014), Ferreira e Jucá (2017) e Baptista (2019), o número de aterros sanitários mal operados e transformados em lixões, como é o caso do município de Porto Seguro, usinas de compostagem desativadas e instalações de recuperação de resíduos recicláveis sucateadas, é alarmante, incorrendo em prejuízo financeiro, ambiental e social. A insuficiência de pessoal qualificado e a insustentabilidade financeira das unidades são vistos pelos autores como uns dos principais motivos para esse insucesso.

Além do já citado exemplo do Aterro Sanitário do município de Porto Seguro, implantado no ano 2000 ao custo de R\$1.136.342, 79 (BAHIA, 2014), atualmente lixão, cita-se outra unidade recém implantada na costa do Descobrimento, a CTVR.

Embora de iniciativa privada, dados de MMA (2021) mostram que a unidade foi construída para atendimento dos município da Costa do Descobrimento, com capacidade operacional para o recebimento de 550 toneladas diárias de RSU, mas os resultados da estimativa da geração de resíduos desses municípios mostraram uma produção diária de 364 toneladas para 2022. Ou seja, ainda que 100% dos resíduos produzidos, incluindo a área rural e urbana dos municípios, fossem coletados e destinados à CTVR, isso representaria apenas 51% de sua capacidade operacional, e ao final de 20 anos, à 20%. Pelos resultados obtidos e discutidos anteriormente, nota-se um superdimensionamento do empreendimento construído.

Assim, ainda que disponibilizado na literatura especializada e órgãos governamentais Termos de Referência e manuais de construção e operação de unidades tecnológicas de gerenciamento de resíduos, a sua proposição para um município ou região revela-se complexa, sendo necessário, além de uma sólida base de dados e informações primárias e secundárias e primária, uma percepção holística das inúmeras características inerentes à região estudada para que, assim, haja coerência e efetividade de sua existência.

5.5 Proposição de arranjos

Para além da economia de escala, os arranjos aqui propostos buscam a gestão consorciada de todos os municípios, sendo planejados com foco na objetividade e efetividade operacional tanto das rotas tecnológicas, como das unidades de gerenciamento previstas.

Não foi objeto desta pesquisa os estudos locais necessários à implantação das unidades de gerenciamento propostas, sendo apenas representativa a localização dessas nos territórios municipais.

5.5.1 Arranjo 1

O primeiro arranjo, conforme apresentado no Quadro 6 e Figura 16, considerou a construção de um único Aterro Sanitário no município de Eunápolis, por ser este um importante polo na região e por se localizar em uma área geograficamente centralizada no território da Costa do Descobrimento. Trata-se de uma concepção de proposta para o gerenciamento de RSU 100% público.

Quadro 6 – Proposta de Arranjo I.

Arranjos compartilhados	Municípios	Unidades previstas	Custo total estimado (R\$)
Eunápolis	Belmonte	1 ET, 1 PEV, 1 UT	R\$ 647.845,00
	Eunápolis	1 ASC (com UCO), 2 UT, 2 PEV, 1 ARCD	R\$ 4.259.074,60
	Guaratinga	1 PEV	R\$ 141.691,00
	Itabela	1 ET, 1 PEV, 1 UT	R\$ 681.979,65
	Itagimirim	1 ET, 1 PEV	R\$ 409.546,50
	Itapebi	1 PEV	R\$ 141.691,00
	Porto Seguro ⁽¹⁾	1 ET, 3 PEV, 1 UCO, 2 UT, 1 ARCD	3.427.186,58
	Santa Cruz Cabralia	1 ET, 1 PEV, 1 UT	R\$ 681.979,65
TOTAL			R\$ 10.390.993,98

Fonte: elaboração própria.

Legenda: ARCD – Aterro de resíduos da construção e demolição; ASC – Aterro Sanitário Compartilhado; ET – Estação de transferência de resíduos; PEV – Ponto de entrega voluntária; UCO – unidade de compostagem; UT – unidade de triagem.

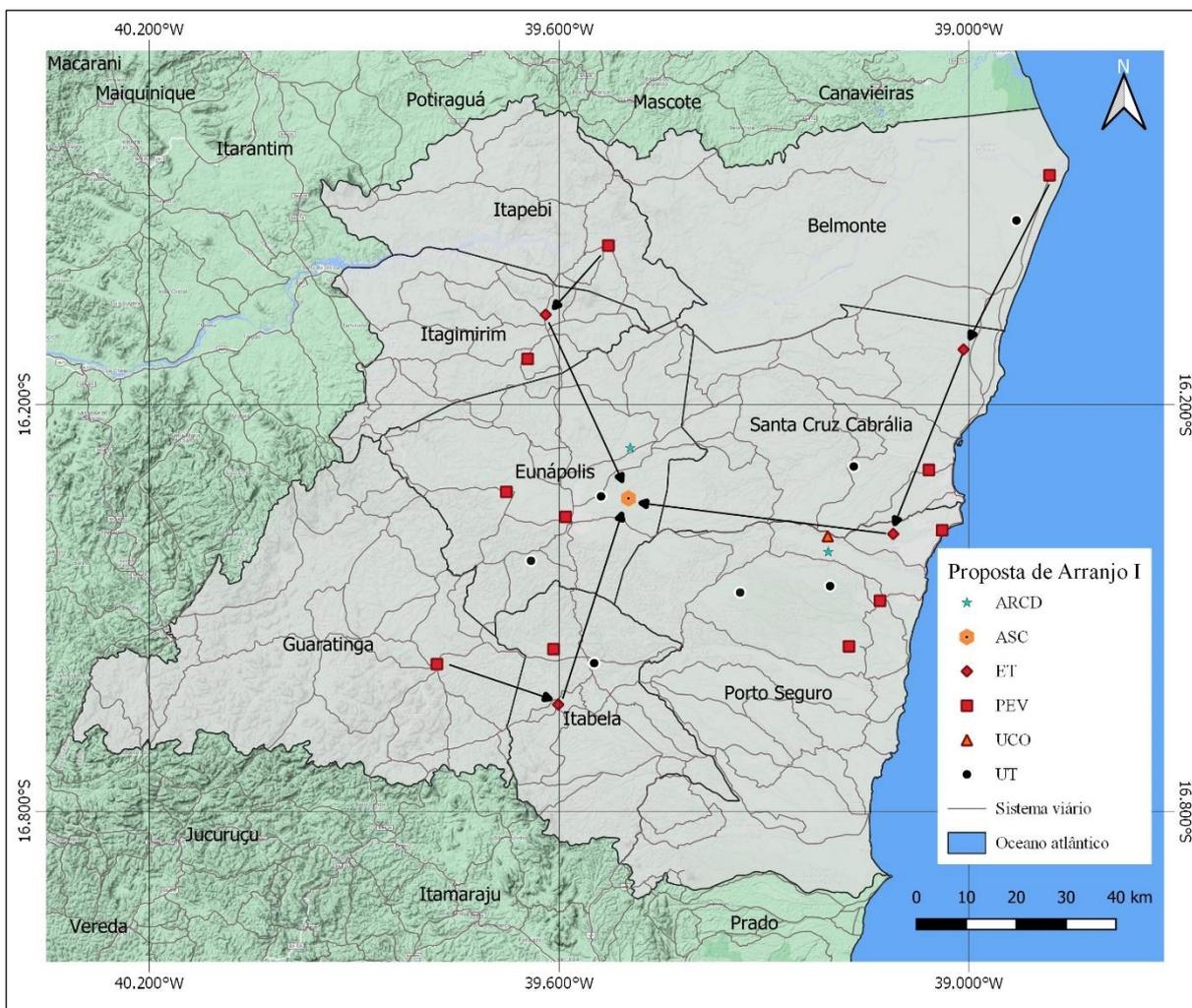


Figura 16 – Proposta de Arranjo I.

Fonte: Elaboração própria.

O arranjo proposto possibilitará a disposição da parcela não aproveitável dos RSU gerados na Costa do Descobrimento em um único local, com promoção do ganho de escala e redução dos passivos ambientais decorrentes da disposição irregular ainda existente. Permitirá a destinação ambientalmente adequada daquela parcela de recicláveis coletadas em cada município e, conseqüentemente, a redução do volume de RSU a ser encaminhado para a disposição final. As Estações de Transferência de resíduos (ET's) propostas, permitirão o fluxo e transporte de resíduos entre os municípios até o Aterro Sanitário (ASC), evitando a construção de novas unidades para a disposição final.

Os resíduos potencialmente recicláveis gerados em Belmonte serão destinados ao Ponto de Entrega Voluntário (PEV) e Unidade de Triagem (UT), ao ponto que o restante dos RSU coletados serão destinados pelos próprios veículos coletores até a ET localizada no distrito de Mogiquiçaba, distante aproximadamente 32 km do centro de Belmonte. Esta unidade contemplaria ainda o recebimento dos RSU gerados neste distrito e também aos distritos de,

Guaiú e Santo André, pertencentes à Santa Cruz Cabrália, o que contribuiria para a redução dos deslocamentos dos veículos coletores nessas localidades. Dessa ET os resíduos serão encaminhados à uma outra estação de transferência localizada próximo à sede de Santa Cruz Cabrália.

Além do Aterro Sanitário Compartilhado (ASC), o município de Eunápolis contará com outras unidades para a promoção do adequado gerenciamento dos RSU, sendo algumas delas em duplicidade, para a promoção de uma maior cobertura da área urbana e facilitar a destinação e o melhor aproveitamento dos resíduos recicláveis, com proposição 2 PEV e 2 UT. Também contará com um Aterro de Resíduos da Construção e Demolição (ARCD), unidade que poderá contar com equipamentos para a triagem, processamento e reaproveitamento desse material, inclusive para recebimento dos resíduos provenientes de outros municípios. Tanto o ARCD quanto a UCO poderão ocupar a mesma área do ASC, com redução do custo de aquisição de novas áreas, dos impactos dessas atividades, dentre outras vantagens.

Dados referentes à geração de RSU demonstraram a inviabilidade para a proposição de unidades de gerenciamento de RSU mais complexas para os municípios de Guaratinga e Itapebi, sendo portanto sugerido um único PEV para cada uma das respectivas cidades. Os RSU coletados em Guaratinga serão transportados pelo próprio veículo coletor até uma ET localizada no município de Itabela, distante 26 km, e desta por aproximados 45 km até o ASC em Eunápolis. Para Itapebi, haverá o encaminhamento dos RSU coletados por 16,5 km até uma ET prevista em Itagimirim, desta por aproximados 46 km até o ASC.

Para os municípios de Itabela e Santa Cruz Cabrália foram previstas, respectivamente, um PEV, uma UT e uma ET. A ET de Santa Cruz Cabrália, além dos seus próprios resíduos, receberá aqueles provenientes de Belmonte, com posterior encaminhamento por aproximadamente 26 km até uma outra ET prevista para Porto Seguro, com posterior encaminhamento até o ASC, distante 56,5 km.

Para uma adequada cobertura da extensa área urbana de Porto Seguro, e também pelo potencial de geração de resíduos recicláveis, Porto Seguro também foi contemplada com algumas unidades, sendo 3 PEV, 2 UT, 1 ARCD e 1 UCO. A ET prevista neste município receberá os RSU nele coletados, além daqueles provenientes de Belmonte e Santa Cruz Cabrália.

Ressalta-se que os resíduos secos recicláveis recebidos nos PEV, poderão ser armazenados temporariamente até a formação de um lote econômico, que viabilize o seu transporte até uma unidade de triagem mais próxima, onde serão beneficiados para posterior encaminhamento uma empresa recicladora.

5.5.2 Arranjo 2

O segundo arranjo, conforme apresentado no

Quadro 7 e Figura 17, considerou a Central de Tratamento e Valorização de Resíduos (CTVR) instalada no município de Santa Cruz Cabralia como unidade central de disposição final dos rejeitos gerados em todo o território. Trata-se de um aterro sanitário implantado em 2020, localizado próximo à Rodovia BR-367. Esse arranjo oferece um cenário de consorciamento pautado nos princípios da parceria público privada, com aproveitamento da unidade já existente.

A existência da CTVR, ainda que privada, pode contribuir, em um primeiro momento, para o fim do descarte irregular dos RSU nos lixões ainda ativos, cessando o agravamento dos impactos dessa prática. Além disso, contribui para a redução de todos os custos envolvidos nas várias etapas que antecedem à construção de um Aterro Sanitário, e mesmo sua própria implantação.

Quadro 7 – Arranjo II – parceria público-privado.

Unidade de disposição final	Municípios abrangidos	Unidades de gerenciamento de RSU	Custo total estimado
CTVR (Santa Cruz Cabralia)	Belmonte	1 ET, 1 PEV, 1 UT	R\$ 647.845,00
	Eunápolis	1 ET, 2 UT, 2 PEV, 1 UCO, 1 ARCD	R\$ 3.285.495,58
	Guaratinga	1 PEV	R\$ 141.691,00
	Itabela	1 ET, 1 PEV, 1 UT	R\$ 681.979,65
	Itagimirim	1 ET, 1 PEV	R\$ 409.546,50
	Itapebi	1 PEV	R\$ 141.691,00
	Porto Seguro	3 PEV, 1 UCO, 2 UT, 1 ARCD	R\$ 2.870.814,00
	Santa Cruz Cabralia	1 ET, 1 PEV, 1 UT	R\$ 681.979,65
TOTAL			R\$ 8.861.042,38

Fonte: elaboração própria.

Legenda: ARCD – Aterro de resíduos da construção e demolição; PEV – Ponto de entrega voluntária; UT – unidade de triagem; ET – Estação de transferência de resíduos; UCO – unidade de compostagem.

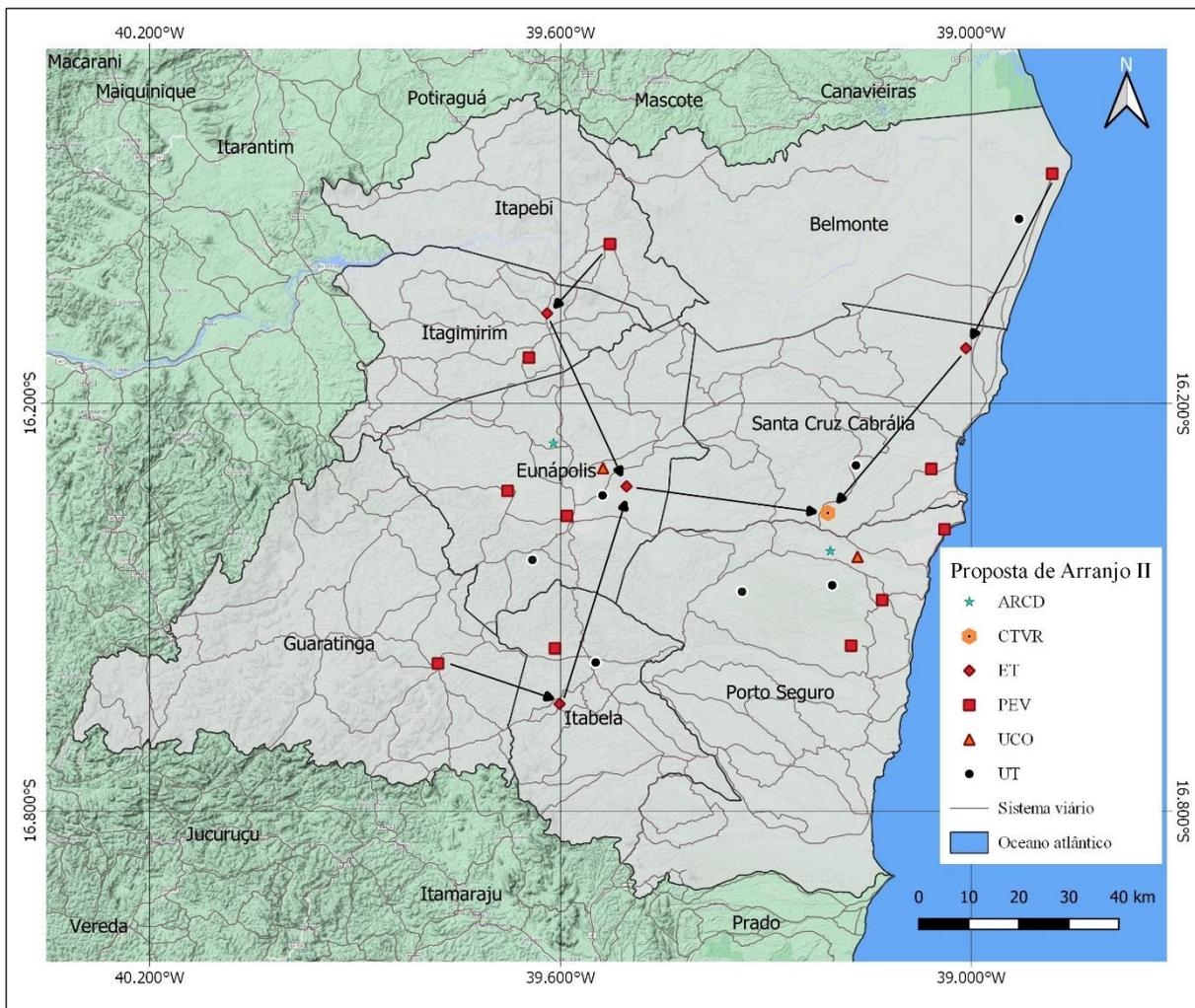


Figura 17 – Proposta de Arranjo II – parceria público-privada.

Fonte: Elaboração própria.

Para a disposição final dos rejeitos na CTVR, as ET's foram devidamente distribuídas de forma a respeitar os limites de distância estabelecidos, de até 70 km, até o aterro sanitário, a não encarecer os custos logísticos e permitir a operacionalidade para o transporte até a unidade de disposição final. A distribuição das unidades de transferência, após a implantação do consórcio intermunicipal, permitirá o seu compartilhamento para uso por outros municípios, incluindo alguns distritos rurais.

Observa-se que à exceção da localização da unidade de disposição final, há similaridade entre os dois arranjos propostos em relação às unidades de destinação e fluxo dos RSU. Tratam-se, pois, de arranjos otimizados que possibilitará aos municípios da Costa do Descobrimento o gerenciamento consorciado dos RSU, seja pela iniciativa pública, ou parceria público privada.

As unidades e fluxo dos RSU para os municípios de Belmonte, Guaratinga, Itabela, Itapebi, Itagimirim e Santa Cruz Cabralia são idênticos em ambos os Arranjos propostos. Para Eunápolis também permanece as mesmas unidades, com exceção do ASC que cede lugar a uma

ET, a qual receberá os resíduos provenientes das ET's de Itabela e Itagimirim, para posterior encaminhamento por aproximados 38 km até a CTVR.

Da mesma forma, Porto Seguro promoverá o transporte dos RSU até a CTVR pelos próprios veículos coletores, que percorrerá aproximados 35 km até a unidade de disposição final. As demais unidades previstas anteriormente no Arranjo I permanecem as mesmas.

Uma vez devidamente constituído o consórcio intermunicipal para o gerenciamento integrado dos RSU dos municípios da Costa do Descobrimento, os levantamentos e resultados aqui apresentados poderão auxiliar na obtenção dos recursos disponibilizados pelo Governo Federal, ou outros órgãos e instituições financiadoras, para a implementação de algum dos arranjos sugeridos. Ressalta-se que os mesmos poderão sofrer modificações ou adaptações em razão dos estudos locacionais das unidades de gerenciamento, disponibilidade financeira para implantação das mesmas, questões políticas dentre outras diversas variáveis intervenientes.

Ainda que similares, o Arranjo II implica em uma economia de aproximadamente R\$2.365.000,00 em relação ao Arranjo I, que seria destinado a construção do ASC. Os custos referentes ao encerramento e remediação dos lixões ainda ativos, devidos às peculiaridades e particularidade que afetam consideravelmente os custos individuais, não foram considerados nesta pesquisa.

6 CONCLUSÃO

Os estudos realizados evidenciaram a insustentabilidade do manejo dos RSU praticado nos municípios do Sul da Bahia, com destaque para práticas insuficientes de gestão e gerenciamento, com os serviços de limpeza pública restritos à coleta e afastamento das áreas urbanas. Nossos achados demonstraram que 100% dos locais de disposição final dos RSU coletados encontram-se inadequados.

A ausência de unidades de destinação dos resíduos sólidos impede a segregação diferenciada, e a ausência de iniciativas do poder público municipal dificulta a atuação dos catadores, ocasionando em elevado desperdício da parcela potencialmente reciclável dos resíduos, além do potencial de aproveitamento orgânicos para a produção de biogás e compostagem que, nos municípios, estão acima de 30% dos resíduos descartados.

A tentativa individualizada adotada pelos municípios da Costa do Descobrimento para o manejo dos RSU mostra-se ineficaz e insatisfatória, o que reforça a necessidade de uma articulação regional via consorciamento público. Os arranjos propostos apontam duas propostas factíveis e eficientes para a gestão intermunicipal compartilhada, porém, muitos são os desafios políticos e institucionais a serem superados para que a articulação regional seja prioridade.

Para além dos levantamentos realizados para a proposição dos arranjos para a gestão consorciada dos RSU, essa modalidade exige uma articulação intermunicipal com perspectiva estruturante e estratégica de longo prazo. Além disso, o processo de adequação do gerenciamento dos RSU na Costa do Descobrimento à PNRS, perpassa pela ampla participação dos diversos atores sociais, principalmente os catadores, em todas as etapas. Ou seja, em uma região predominada por deficiências e carências em gestão de resíduos, o pensar e agir coletivamente talvez seja o maior dos desafios.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - (São Paulo). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017**. São Paulo: ABRELPE, 2019. 74 p.
- ADENIRAN, A. E.; NUBI, A. T.; ADELOPO, A. O. Solid waste generation and characterization in the University of Lagos for a sustainable waste management. **Waste Management**, v. 67, p. 3-10, 2017.
- ALFAIA, R. G. S. M.; COSTA, A. M.; CAMPOS, J. C. Municipal solid waste in Brazil: A review. **Waste Management & Research**, v. 35, n. 12, p. 1195-1209, 2017.
- ALVAREZ, A. R. et al. Plano Nacional de Resíduos Sólidos: diagnóstico dos resíduos urbanos, agrosilvopastoris e a questão dos catadores. 2012.
- AMORIM, R. R.; OLIVEIRA, R. C. Zoneamento ambiental, subsídio ao planejamento no uso e ocupação das terras da Costa do Descobrimento. **Mercator-Revista de Geografia da UFC**, v. 12, n. 29, p. 211-231, 2013.
- ANDRADE, R. M.; FERREIRA, J. A. A gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil frente às questões da globalização. **Rede-Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 6, n. 1, 2011.
- ANSHASSI, Malak; LAUX, Steven J.; TOWNSEND, Timothy G. Approaches to integrate sustainable materials management into waste management planning and policy. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 148, p. 55-66, 2019.
- ARAÚJO, L. G. S.; LEAL JÚNIOR, C. R. M.; AMORIM, E. L. C.; SILVA, J. A. Gestão de resíduos sólidos urbanos: um diagnóstico dos municípios do sertão alagoano. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 483-516, jan/mar 2019.
- ASSAD, L.; SIQUEIRA, T. Lixões continuam por toda parte. **Revista Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 68, n. 2, p. 08-10, junho 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004: **Estabelece critérios de classificação e os códigos para identificação dos resíduos de acordo com as suas características**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.007: **Amostragem de Resíduos**. Rio de Janeiro. 2004.
- BAHIA. **Estudo da regionalização da gestão integrada de resíduos sólidos do estado da Bahia**. Secretaria de Desenvolvimento Urbano - SEDUR 2014. Disponível em: <http://www.sedur.ba.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=22>. Acesso em 25 de março de 2020.
- BAHIA. **Perfil dos Territórios de Identidade da Bahia**. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia - SEI. Salvador - Bahia, 2015. Vol.1, 260p.
- BAHIA. **Plano Territorial de Desenvolvimento Sustentável e Solidário** – PTDSS do Território de Identidade Costa do Descobrimento. Secretaria de Planejamento - SEPLAN. Salvador, Bahia. 2016. 73p.
- BAHIA. **Zoneamento Ecológico Econômico - ZEE**. Caracterização dos Territórios de Identidade. Secretaria Estadual de Planejamento. SEPLAN. Salvador, Bahia, 2013. 189p.
- BAPTISTA, M. et al. Análise de tecnologias de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Revista Tecnológica da Universidade Santa Úrsula**, v. 2, n. 1, p. 17, 2019
- BATISTA, S.; VECCHIA, R. (Ed.). **Guia de consórcios públicos**. Caixa Econômica Federal, 2011.
- BECK, C. G.; MENDES, J. S. Desafios das administrações municipais na implementação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos: o caso do Curimataú Paraibano. **Revista Principia**, v. 1, n. 37, p. 42-52, 2017.
- BORGES, A. S.; MORAES, L. R. S. **Banco de Dados de Consórcios de Saneamento: uma análise dos consórcios públicos de resíduos sólidos**. Congresso Nacional de Saneamento da ASSEMAE. Anais...Fortaleza, CE, Brasil, 48.: 2018
- BRASIL. ATLAS. **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil**, 2013. Acesso em 11 de maio de 2020.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Diário Oficial da União. Brasília, DF, out. 1988.

- BRASIL. Decreto nº 6.017, de 17 de janeiro de 2007. Regulamenta a Lei no 11.107, de 6 de abril de 2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, abril. 2007.
- BRASIL. 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 e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, dez, 2010b.
- BRASIL. Lei nº 10.165 de 27 de dezembro de 2000. Altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, dezembro. 2000.
- BRASIL. Lei nº 11.107, de 06 de abril 2005. Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, abril. 2005.
- BRASIL. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, jan. 2007.
- BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, dez. 2009.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 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. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, ago 2010.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 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. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, ago 2010a.
- BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho 2020. Atualiza a Lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, julho. 2020.
- BRASIL. Lei nº 2.312, de 03 DE SETEMBRO DE 1954. Dispõe sobre As Normas Gerais sobre Defesa e Proteção da Saúde. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, set. 1954.
- BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, set. 1981.
- BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, fev. 1998.
- BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, abril. 1999.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2018**. Brasília: SNS/MDR, SNIS, 2019. 247 p.
- BRITO, L..P. G.; CAVENAGHI, S.; JANNUZZI, P. M.. Estimativas e projeções populacionais para pequenos domínios: uma avaliação da precisão para municípios do Rio de Janeiro em 2000 e 2007. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 27, n. 1, p. 35-57, 2010.
- CAMPOS, H. K. T. Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 171-180, 2012.
- CAODAGLIO, A.; CYTRYNIWICZ, R. Limpeza urbana na cidade de São Paulo: uma história para contar. In: **Limpeza urbana na cidade de São Paulo: uma história para contar**. 2012. p. 237-237.
- CARVALHO, A, L, S. **Impacto ambiental e previsão de geração de resíduos sólidos em Porto Seguro-BA**. Dissertação de Mestrado. UFSB - IFBS, 2020 Porto Seguro, Bahia.
- CBPM. Companhia Baiana de Pesquisa Mineral. **Projeto costa Descobrimto**: avaliação da potencialidade mineral e de Subsídios ambientais para o desenvolvimento sustentado dos municípios de Belmonte, Santa Cruz de Cabrália, Porto Seguro e Prado; organizado por José Maria Landim Dominguez. Salvador, Bahia. CBPM, 2000. 163 p.
- CETESB, COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos de 2018**. Coordenação e redação Maria Heloisa P. L. Assumpção; equipe técnica Marilda de Souza Soares ... [et al.]; colaborador Fernando Antônio Wolmer – São Paulo: CETESB, 2019.

COELHO, A. P. F.; BECK, C. L. C.; SILVA, R. M. Condições de saúde e risco de adoecimento dos catadores de materiais recicláveis: revisão integrativa. **Ciência, Cuidado e Saúde**, v. 17, n. 1, 2018.

COMISSÃO EUROPEIA. Directiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho. 2008. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008L0098-20150731&from=EN>. Acesso em 28.set.2020.

CONDESC, Consórcio de Desenvolvimento Sustentável da Costa do Descobrimento. **Diagnóstico territorial dos resíduos sólidos dos municípios pertencentes ao CONDESC**. Eunápolis, Bahia. 2016. 193p.

FILHO, F. O. H. C.; DE SOUSA, D. P. F.; JUNIOR, F. H. C. Panorama das gestões americana e brasileira de resíduos sólidos urbanos: desafios e méritos Alcançados. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 2, p. 98-102, 2020.

FILHO, J. A. P. et al. Comparação entre as massas de resíduos sólidos urbanos coletadas na cidade de São Paulo por meio de coleta seletiva e domiciliar. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 3, n. 3, p. 19-33, 2014.

CONKE, L. S.; NASCIMENTO, E. P. A coleta seletiva nas pesquisas brasileiras: uma avaliação metodológica. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 10, p. 199-212, 2018.

COSTA, I. M.; DIAS, M. F. Evolution on the solid urban waste management in Brazil: A portrait of the Northeast Region. **Energy Reports**, v. 6, p. 878-884, 2020.

COUTINHO, E. S. S. Modelagem populacional utilizando regressões com Solver: aplicação para Petrópolis/RJ. REMAT: **Revista Eletrônica da Matemática**, v. 5, n. 2, p. 225-240, 2019.

SILVA, K. C.; ROSAS, L. S.; OLIVEIRA, S. R. N. Gestão dos Resíduos Sólidos do Brasil evolução e desafios a caminho: Uma Revisão Integrativa. **Scientia Amazonia**, v. 7, n. 2, 2018.

DAGNINO, R. S. ; JOHANSEN, I. C. Os catadores no Brasil: características demográficas e socioeconômicas dos coletores de material reciclável, classificadores de resíduos e varredores a partir do censo demográfico de 2010. **Economia Solidária e Políticas Públicas**, n. 62, p. 11 5-125, 2017.

DAS, Subhasish et al. Solid waste management: Scope and the challenge of sustainability. **Journal of cleaner production**, v. 228, p. 658-678, 2019.

DIAS, David Montero et al. Modelo para estimativa da geração de resíduos sólidos domiciliares em centros urbanos a partir de variáveis socioeconômicas conjunturais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 17, p. 325-332, 2012.

EPA. United States Environmental Protection Agency. **Advancing sustainable materials management: 2018 fact sheet**. EPA, 2020. Disponível em: <https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling>. Acesso em 10/2020

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

FIDELIS, R. et al. Socio-productive inclusion of scavengers in municipal solid waste management in Brazil: Practices, paradigms and future prospects. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 154, p. 104594, 2020.

FRANCESCHI, F. R. A. et al. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil: uma discussão sobre a evolução dos dados no período 2003–2014. **Revista DAE**, v. 65, n. 206, p. 62-68, 2017.

GODOY, M. R. B. Dificuldades para aplicar a Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil. **Caderno de Geografia**, v. 23, n. 39, p. 1-12, 2013.

GONÇALVES, A. T. T. et al. Urban solid waste challenges in the BRICS countries: a systematic literature review. **Revista Ambiente & Água**, v. 13, n. 2, 2018.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & saúde coletiva**, v. 17, p. 1503-1510, 2012.

GRISA, D. C.; CAPANEMA, L. Resíduos Sólidos Urbanos. **Visão 2035**. 2018. p. 415-438.

Holzman DC. Accounting for nature's benefits. The dollar value of ecosystem services. **Environ Health Perspect** 2012; 120:153-157

HOORNWEG, D.; BHADA-TATA, P. What a waste: a global review of solid waste management. 2012. Disponível em <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17388>. Acesso em 11/2020

- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico**, 2010.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativa Populacional. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados.html?view=municipio>. Acesso em ago/2020.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em junho/2020.
- JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v. 25, n. 71, p. 135–158, abr. 2011.
- LANGE, L. C.; MACEDO, L. A. R. Avaliação dos consórcios intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos urbanos nos arranjos territoriais ótimos em Minas Gerais. In: SILVA, H. C. (org.). **Demandas essenciais para o avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental**. Atena Ed., 2020. p.46-53.
- LANGER, Marcelo; NAGALLI, André. Política nacional dos resíduos sólidos: possibilidades para o desenvolvimento de inovação tecnológica. **Unoesc & Ciência-ACET**, v. 8, n. 1, p. 69-78, 2017.
- LEITE, N. D.; PAIVA, B. K. V.; OLIVEIRA, M. Z. F. S.; SANTOS, G. O. Influência da Política Nacional de Resíduos Sólidos sobre o número de unidades de triagem e compostagem do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 30^o., 16 a 19 jun. 2019, Natal, no Rio Grande do Norte. **Anais**, 2019.
- LISBINSKI, F. C. et al. A importância dos consórcios públicos na gestão dos resíduos sólidos urbanos: uma análise do consórcio intermunicipal CIGRES. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, n. 2, p. 3-36, 2020.
- MAHLER, C. F. *et al.* Lixo Urbano – O que você precisa saber sobre o assunto. Revan – Faperj. Rio de Janeiro, 2012, 189p.
- MAIELLO, A.; BRITTO, A. L. N. P.; VALLE, T. F. Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Revista de Administração Pública**, v. 52, n. 1, p. 24-51, 2018.
- MANNARINO, C. F.; FERREIRA, J. A.; GANDOLLA, M. Contribuições para a evolução do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil com base na experiência Européia. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 2, p. 379-385, 2016.
- MARINO, A. L.; CHAVES, G. L. D.; DOS SANTOS JUNIOR, J. L. Do Brazilian municipalities have the technical capacity to implement solid waste management at the local level?. **Journal of Cleaner Production**, v. 188, p. 378-386, 2018.
- MARSHALL, R. E.; FARAHBAKHS K. Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries. **Waste Management**, Canada: Elsevier, v. 33, pag. 988-1003, 2013.
- MEIRA, F. G. G.; GOMES, A. F.; AMARAL, M. S. O Trabalho de Gari: das Motivações às Expectativas Profissionais. **Revista Gestão & Conexões**, v. 8, n. 3, p. 52-71, 2019.
- MENDEZ, G. P. Avaliação da gestão municipal de resíduos sólidos através de indicadores ambientais. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2017.
- MENEZES, R. O. et al. Análise estatística da caracterização gravimétrica de resíduos sólidos domiciliares: estudo de caso do município de Juiz de Fora, Minas Gerais. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 24, n. 2, p. 271-282, 2019.
- MILANEZ, B.; MASSUKADO, L. M. Resíduos Sólidos Urbanos. Relatório de Pesquisa. IPEA, 2012. Disponível em http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf. Acesso em 09/2020
- Ministério do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente inaugura central de tratamento de resíduos na Bahia. **MMA**, 2021. Disponível em <https://saneamentobasico.com.br/residuos-solidos/ministerio-meio-ambiente-tratamento-residuos-bahia/>. Acesso em: maio/2021.
- MOTA, A. R. S.; SILVA, N. M. Aspectos quantitativos dos resíduos sólidos: Panorama Mundial, Brasileiro e do Amazonas. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**. 2016. Disponível em <https://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/16/ambiente.html>. Acesso em out/2021.
- OCDE. Waste Management and the Circular Economy in Selected OCDE Countries: Evidence from Environmental Performance Reviews, **OCDE Environmental Performance Reviews**. OCDE Publishing, Paris, 2019.

- OCDE. Waste: Municipal waste. OCDE Environment Statistics (database). 2020. Disponível em: <https://stats.oecd.org/viewhtml.aspx?datasetcode=MUNW&lang=em>. Acesso em 11/2020.
- OLIVEIRA, B. O. S.; MEDEIROS, G. A. Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos nos Estados da Região Norte, Brasil. **Revista Valore**, v. 4, n. 1, p. 749-761, 2019.
- OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio e a Agenda Pós-2015. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/bireme>. Acesso em 30.set.2020.
- PAIVA, B. G. **Estudo de viabilidade de sistemas de triagem e compostagem dos resíduos sólidos urbanos do município de Ouro Preto - MG**. 2018. 68 f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.
- PERALTA, L. R.; ANTONELLO, I. T. A contribuição do consórcio público para o atendimento das diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos: Cias Joaquim Távora – Norte do Paraná. **Acta Geográfica**, v. 13, n. 31, p. 36-51, 2019.
- PNUD-BRASIL. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável, Brasil. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/sustainable-development-goals.html>. Acesso em: 30.set.2020.
- REZENDE, J. H. et al. Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú (SP). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 1-8, 2013.
- ROSS, D. E. e ROGOFF, M. J. ‘What a waste...’ the World Bank’s call for action. **Waste Management & Research**, USA, v. 30, p. 755-757, 2012.
- SANTAELLA, S. T. et al. **Resíduos sólidos e a atual política ambiental brasileira**. 2014.
- SANTOS, M. C. L.; GONÇALVES-DIAS, S. L. F.. Gestão de resíduos sólidos urbanos na cidade. São Paulo: um problema, múltiplas soluções. **São Paulo: em busca da sustentabilidade**, 2012.
- SANTOS, R. O.; BARBIERI, A.F. Projeções populacionais em pequenas áreas: uma avaliação comparativa de técnicas de extrapolação matemática. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 32, n. 1, p. 139-163, 2015.
- SHINOHARA, N. K. S. et al. Perfil social e doenças nos catadores de resíduos sólidos em região metropolitana. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 24820-24837, 2020.
- SILVA, C. L.; FUGII, G. M.; SANTOYO, A. H. Proposta de um modelo de avaliação das ações do poder público municipal perante as políticas de gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil: um estudo aplicado ao município de Curitiba. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 9, n. 2, 2017.
- SIMÃO, N. M. et al. A política nacional de resíduos sólidos e a estratégia de formação de consórcios públicos intermunicipais. **Revista de Políticas Públicas**, v. 21, n. 2, p. 891-913, 2017.
- SIMONETTO, E. O. e LÖBLER, M. L. Simulação baseada em System Dynamics para avaliação de cenários sobre geração e disposição de resíduos sólidos urbanos. **Production**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 212-224, jan./mar. 2014 Epub 02-Jul-2013.
- SINGH, A. Managing the uncertainty problems of municipal solid waste disposal. **Journal of environmental management**, v. 240, p. 259-265, 2019.
- SOUZA, P. S.; BORJA, P. C. Análise do Estudo de Regionalização da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos para o Estado da Bahia. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 02 a 06 outubro de 2017. São Paulo – SP. **Anais**, 2017.
- STECH, P.J., **Resíduos Sólidos: Caracterização, Resíduos Sólidos Domésticos: Tratamento e Disposição Final**, São Paulo, CETESB, 1990.
- SUTHAR, Surindra; SINGH, Pavitra. Household solid waste generation and composition in different family size and socio-economic groups: A case study. **Sustainable Cities and Society**, v. 14, p. 56-63, 2015.
- SUZUKI, J. A. N.; GOMES, J. Consórcios intermunicipais para a destinação de RSU em aterros regionais: estudo prospectivo para os municípios no Estado do Paraná. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 155-158, 2009.
- TCHOBANOGLIOUS, George; THEISEN, Hilary; VIGIL, Samuel. **Integrated solid waste management: Engineering principles and management issues**. McGraw-Hill, 1993.

THANH, N. D. Global Garbage Problem-Addressing Waste Management Woes in Stadiums. **International Journal of Sports Science and Physical Education**, v. 4, n. 1, p. 1, 2019.

UNITED NATIONS ECONOMIC AND SOCIAL COUNCIL (ECOSOC). Policy options and actions for expediting progress in implementation: waste management. Report of the Secretary-General, Commission on Sustainable Development, Nineteenth session, E/CN.17/2011/6, 20 December 2010. Disponível em: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=E/CN.17/2011/6&Lang=E. Acesso em 25.set.2020.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). “Global Partnership on Waste Management”. In: *Website Oficial da UNEP*, 2016. Disponível em: <http://www.unep.org/gpwm/FocalAreas/IntegratedSolidWasteManagement/tabid/56457/Default.aspx>. Acesso em 25.set.2020.

VANSETTO, C. C.; GHISI, T. Resíduos sólidos e cooperativas de reciclagem. **Labor E Engenharia**, v. 13, p. e019019-e019019, 2019.

VASCONCELOS, J. P. R.; GUIMARÃES, S. M. F.; ZANETI, I. C. B. B.. Condições de trabalho e saúde de uma associação de catadores de materiais recicláveis de Ceilândia/Distrito Federal. **Jangwa Pana**, v. 19, n. 3, 2020.

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, 2020.

VERGARA, S. E.; TCHOBANOGLOUS, G. Municipal solid waste and the environment: a global perspective. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 37, p. 277-309, 2012.

VIEIRA, V. H. A. M.; MATHEUS, D. R. The impact of socioeconomic factors on municipal solid waste generation in São Paulo, Brazil. **Waste Management & Research**, v. 36, n. 1, p. 79-85, 2018.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Vol. 1. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Editora UFMG. 4a ed., 472 p. 2014.

YOSHIDA, M. Social development and the environment – a view from solid waste management. **International Development and the Environment**. Springer, Singapore, 2020. p. 27-43.

ZAGO, V. C. P.; BARROS, R. T. V. Gestão dos resíduos sólidos orgânicos urbanos no Brasil: do ordenamento jurídico à realidade. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 24, n. 2, p. 219-228, 2019.

ZAMBON, P. C.; LIMA, J. E. S. O desafio da gestão dos resíduos sólidos nos municípios brasileiros: estudo do programa Ecocidadão Paraná. **Revista de Direito da Cidade**, v. 11, n. 2, p. 830-848, 2019.

ZANCHI, F. B.; CARVALHO, A. L. S. de; DA CRUZ, R. S.; SILVA, L. C.; PEREIRA, R. M. Modelo dinâmico de previsão da geração de resíduos sólidos. **Gaia Scientia**, [S. l.], v. 14, n. 4, 2020.

ZOHOORI, Mahmood; GHANI, Ali. Municipal solid waste management challenges and problems for cities in low-income and developing countries. **Int. J. Sci. Eng. Appl**, v. 6, n. 2, p. 39-48, 2017.

ANEXO 1 - QUESTIONÁRIO ENVIADO EM VERSÃO *ON LINE* AOS MUNICÍPIOS.

Gestão dos Resíduos Sólidos Municipal Formulário para identificação e caracterização do manejo de resíduos sólidos realizados pelo município.
1 - Orientações Gerais a) Gentileza Preencher todos os campos do questionário. b) Responder o questionário com informações referentes ao atendimento de todo o município (sede e distritos).
2 - Dados de identificação
Nome do Município:
Órgão (nome da Secretaria ou Departamento) que forneceu a informação:
Cargo que ocupa:
3 - Caracterização do Município 3.1 Gestão dos serviços de limpeza pública
3.1.1 O município possui Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PMGRS? () Sim () Não Se sim, em que ano foi elaborado?
3.1.2 Com exceção do PMGRS, existe alguma lei ou norma que trate sobre Resíduos Sólidos no município? () Sim () Não Se sim, informar o nome, número e ano:
3.1.3 Existe algum estudo, ação ou programa no município relativo à resíduos sólidos? () Sim () Não Se sim, favor especificar:
3.1.4 O setor ou departamento de Limpeza Pública está vinculado à qual órgão ou Secretaria?
3.1.5 A Prefeitura Municipal possui orçamento específico anual para os serviços de limpeza pública? () Sim () Não
3.1.6 O orçamento destinado à limpeza pública municipal é suficiente para a prestação dos serviços de forma adequada? () Sim () Não
3.2 Coleta de resíduos
3.2.1 Existe serviço de coleta de resíduos sólidos (Lixo) no município? () Sim () Não
3.2.2 A coleta é realizada por: () Poder Público () Empresa Terceirizada
3.2.3 Quais os tipos de resíduos são produzidos e coletados no município: () Domiciliar () Poda e capina () Comercial () Entulhos () Públicos () Resíduos de serviços de saúde () Industriais () Outros: _____
3.2.4 Qual a porcentagem de cobertura do serviço na área urbana?
3.2.5 Qual a porcentagem de cobertura do serviço na área rural?
3.2.6 Em qual(is) distrito(s) há coleta de resíduos? E qual a frequência (dias) e coleta?
3.2.7 Qual o Volume (ou peso) de resíduos coletados diariamente no município?
3.2.8 Qual é a frequência da coleta de resíduos na área urbana?
3.2.9 Existe coleta seletiva de resíduos recicláveis no município? () Sim () Não
3.2.10 A coleta seletiva no município é realizada por? () Prefeitura () Empresa Privada () Catadores
3.2.11 Existe catadores autônomos de recicláveis no município? () Sim () Não
3.2.12 Há associação ou cooperativas de catadores no município? () Sim () Não
3.2.13 Há catadores ou famílias morando na área do lixão? () Sim () Não
3.2.14 Para onde os resíduos recicláveis coletados são encaminhados? () Próprio município () Outro Município
3.2.15 Existe um manejo diferenciado dos resíduos da construção e demolição (entulhos) no município? () Sim () Não
3.2.16 Quem realiza a coleta dos entulhos no município? () Poder público () Empresa Privada
3.2.17 Há alguma reutilização ou reaproveitamento dos entulhos coletados? Se sim, favor descrever.
3.2.18 Onde os entulhos coletados são descartados?
3.2.19 Dos itens listados abaixo, marque aqueles que são objeto de maior dificuldade pela execução adequada dos serviços no município: () Ausência/inadequação de itinerário de coleta () Ausência/inadequação de mecanismos de medição dos serviços () Insuficiência e falta de equipamentos em quantidade adequada () Falta de mão-de-obra qualificada () Frequência de coleta inadequada () Recursos financeiros insuficientes
3.2.20 - Acrescente qualquer outra informação que julgar importante e relevante sobre os serviços de limpeza pública.
3.3 Destinação/disposição dos resíduos sólidos
3.3.1 Os resíduos sólidos gerados e coletados no municípios são encaminhados para: () Lixão - resíduos a céu aberto () Aterro controlado - cobertura diária dos resíduos () Aterro sanitário
3.3.2 O município possui quantos lixões?
3.3.2 O local da disposição final possui licença ambiental para funcionamento? () Sim () Não
3.3.3 Qual a distância (em km) do centro de coleta de resíduos até o local de disposição final de resíduos?
3.3.4 A unidade de disposição final atende a mais de um município? () Sim () Não
3.3.5 Qual a vida útil atual (em anos) da unidade final de disposição de resíduos domiciliares utilizada pelo município? () de 1 a 5 anos () de 5 a 10 anos () mais de 10 anos
3.3.6 Existe alguma unidade de gerenciamento de resíduos do município? () Não há () Unidade de Triagem () Unidade de compostagem () Ponto de Entrega Voluntária () Tratamento Térmico de resíduos (incineração)
3.3.7 Qual a sua opinião sobre a proposta de formação de um consórcio público entre os municípios da Costa do Descobrimento para o gerenciamento de resíduos sólidos? Comente.

Fonte: Elaboração própria.

ANEXO 2 - ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS – IQR

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR				
Município:			Data:	
Local:			Coordenadas:	
Observações gerais do local:				
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	0		
4. acesso à frente de descargas	adequado	3		
	inadequado	0		
Frente de trabalho	5. dimensões da frente de trabalho	adequadas	5	
		inadequadas	0	
	6. compactação dos resíduos	adequada	5	
inadequada		0		
7. recobrimento dos resíduos	adequado	5		
	inadequado	0		
Taludes e bermas	8. dimensões e inclinações	adequadas	4	
		inadequadas	0	
	9. cobertura de terra	adequada	4	
		inadequada	0	
10. proteção vegetal	adequada	3		
	inadequada	0		
11. afloramento de chorume	não / raros	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 (n. preencher item 15)	10	
		não/adequada (n. preencher item 15)	0	
	15. prof. lençol freático (p) × permeabilidade do solo (k)	$p > 3 \text{ m}, k < 10^{-6} \text{ cm/s}$	4	
		$1 < p < 3 \text{ m}, k < 10^{-6} \text{ cm/s}$	2	
		condição inadequada	0	
	16. drenagem de chorume	sim / suficiente	4	
		não / insuficiente	0	
	17. tratamento de chorume	sim / adequado	4	
		não / inadequado	0	
	18. drenagem provisória de águas pluviais	sufic. / desnecessário	3	
		não / insuficiente	0	
	19. drenagem definitiva de águas pluviais	sufic. / desnecessário	4	
		não / insuficiente	0	
20. drenagem de gases	sufic. / desnecessário	4		
	não / insuficiente	0		
21. monitoramento de águas subterrâneas	adequado	4		
	inadequado /insufic.	1		
	inexistente	0		
22. monitoramento geotécnico	adequado / desneces.	4		
	inadequado / insufic.	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	5	
		sim	0	
28. recebimento de resíduos industriais	sim (preencher item 29)			
	não (ir para o item 30)			
29. estruturas e procedimentos	suficiente / adequado	10		
	insufic./inadequado	0		
SUBTOTAL 2.1			10	
SUBTOTAL 2.2			20	
Características da área	30. proximidade de núcleos habitacion.	$\geq 500 \text{ m}$	2	
		$\leq 500 \text{ m}$	0	
	31. proximidade de corpos d'água	$\geq 200 \text{ m}$	2	
		$\leq 200 \text{ m}$	0	
	32. vida útil da área	$\leq 2 \text{ anos}$		
		$2 < x \leq 5 \text{ anos}$		
		$> 5 \text{ anos}$		
33. restrições legais ao uso do solo	sim			
	não			
SUBTOTAL 3			4	
TOTAL MÁXIMO (100) TOTAL MÁXIMO 2.1		TOTAL MÁXIMO (110) TOTAL MÁXIMO 2.2		
sem recebimento de resíduos industriais		com recebimento de resíduos industriais		
<input type="text"/>		<input type="text"/>		
IQR - SOMA DOS PONTOS/10		IQR - SOMA DOS PONTOS/11		
sem recebimento de resíduos industriais		com recebimento de resíduos industriais		
<input type="text"/>		<input type="text"/>		
CÁLCULO DO IQR				
(sem recebimento de resíduos industriais) $IQR = (SUBTOTALS 1 + 2.1 + 3) / 10 = 10,0$				
(com recebimento de resíduos industriais) $IQR = (SUBTOTALS 1 + 2.2 + 3) / 11 = 10,0$				
IQR		AVALIAÇÃO		
0,0 a 7,0		Condições Inadequadas (I)		
7,1 a 10,0		Condições Adequadas (A)		

Fonte: CETESB, 2018.