



Universidade de Brasília - UnB
Instituto de Ciências Humanas - ICH
Departamento de Geografia
Programa de Pós-Graduação em Geografia - PPGEA/UNB

Tese de Doutorado

GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO: GOVERNANÇA,
INDICADORES E ESTRATÉGIAS DE PLANEJAMENTO TERRITORIAL

Lourene Rapôso Oliveira Garcez

Orientador: Prof. Dr. Valdir Adilson Steinke (GEA-UnB)

Brasília, março de 2025.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS - ICH
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGEA/UNB

Loureine Rapôso Oliveira Garcez

GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO: GOVERNANÇA,
INDICADORES E ESTRATÉGIAS DE PLANEJAMENTO TERRITORIAL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Ciências Humanas da Universidade de Brasília, como requisito para a obtenção de título de Doutor em Geografia.

Área de Concentração: Gestão Ambiental e Territorial

Linha de Pesquisa: Análise de Sistemas Naturais

Orientador: Prof. Dr. Valdir Adilson Steinke

Brasília
2025

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS - ICH
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGEA/UNB

GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO: GOVERNANÇA,
INDICADORES E ESTRATÉGIAS DE PLANEJAMENTO TERRITORIAL

Lourene Rapôso Oliveira Garcez

Tese de doutorado submetida ao Departamento de Geografia da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Doutora em Geografia, área de concentração - Gestão Ambiental e Territorial.

Aprovado por:

Prof. Doutor Valdir Adilson Steinke (GEA-UnB)

(Orientador - Membro interno do Programa)

Profª. Doutora Ruth Elias Laranja

(Membro interno à Instituição)

Profª. Doutor Venícius Juvêncio de Miranda Mendes

(Membro externo à Instituição)

Prof. Doutor Marcelino de Andrade Gonçalves

(Membro externo à Instituição)

Brasília, 24 de março de 2025.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS - ICH
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGEA/UNB

FICHA CATALOGRÁFICA

GARCEZ, LOUREINE RAPÔSO OLIVEIRA GARCEZ

Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco: Governança, Indicadores e Estratégias de Planejamento Territorial, 110p., (UnB-GEA, Doutora, Gestão Ambiental e Territorial, 2025).

Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade de Brasília. Departamento de Geografia.

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| 1. Sustentabilidade | 2. Resíduos sólidos |
| 3. Saneamento | 4. Políticas Públicas |
| I. UnB-GEA | II. Título (série) |

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta tese e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Loureine Rapôso Oliveira Garcez

AGRADECIMENTOS

Gratidão...

Ao meu orientador, Prof. Dr. Valdir Steinke, pela orientação sábia, paciência e dedicação ao longo de todo esse processo. Você é fonte de inspiração sempre, não só pelo conhecimento, mas pelo exemplo de vida.

Gratidão...

A todos os professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Geografia, em especial às amigas Fernanda Lopes e Jomari, pelas discussões, trocas de ideias e momentos de descontração que tornaram esta jornada mais leve e produtiva.

Gratidão...

A minha família, em especial à minha mãe e aos meus irmãos, pelo amor incondicional, apoio, carinho, compreensão durante os períodos mais intensos e incentivo em todos os momentos da minha vida acadêmica. Ao meu saudoso pai, José de Ribamar, cuja memória e ensinamentos continuam a me guiar e inspirar, mesmo em sua ausência.

Gratidão...

Aos amigos que estiveram ao meu lado, oferecendo palavras de incentivo e compreensão, especialmente nos momentos de dúvida e cansaço. Vocês foram essenciais para que essa conquista se tornasse real.

Gratidão...

Ao Universo, a Deus, por ter me dado a oportunidade de trilhar este caminho e por me permitir superar o momento mais desafiador da minha jornada acadêmica.

Que esta tese possa contribuir, de alguma forma, para a construção de um futuro mais equilibrado e sustentável para as gerações presentes e futuras.

“A saúde da terra e a saúde da água são uma só”

Aldo Leopold

RESUMO

A presente tese de doutorado concentra-se na gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos (RSU) na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF), explorando questões relacionadas à governança, indicadores de desempenho e táticas de planejamento territorial. O estudo apresenta uma proposta inovadora que integra governança participativa, indicadores regionais e metodologias como o OKR (Objetivos e Resultados-Chave), visando melhorar a gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) nos municípios da BHSF. A pesquisa está organizada em três artigos acadêmicos: o primeiro aborda as definições fundamentais de sustentabilidade, resíduos sólidos e políticas públicas; o segundo examina a governança municipal de resíduos sólidos urbanos na BHSF, reconhecendo desafios e oportunidades; e o terceiro sugere a implementação da metodologia de Objetivos e Resultados-Chave (OKR) para a gestão de resíduos sólidos urbanos, conectando objetivos estratégicos a resultados mensuráveis. A tese conclui que a incorporação de instrumentos inovadores, como o OKR, pode aprimorar a eficácia e a sustentabilidade na gestão de resíduos, favorecendo a conservação dos recursos hídricos e a qualidade de vida na localidade.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Saneamento. Políticas Públicas.

ABSTRACT

This thesis examines the integrated management of urban solid waste (USW) in the São Francisco River Watershed (SFRW), addressing governance, performance metrics, and territorial planning strategies. The study introduces a novel approach that combines participatory governance, regional indicators, and methodologies like OKR (Objectives and Key Results) to enhance the management of Urban Solid Waste (USW) in the municipalities of the SFW. The research comprises three scholarly articles: the first delineates the essential definitions of sustainability, solid waste, and public policies; the second analyzes municipal governance of urban solid waste in the SFRW, identifying challenges and opportunities; and the third proposes the adoption of the Objectives and Key Results (OKR) methodology for urban solid waste management, linking strategic objectives to quantifiable outcomes. The thesis indicates that the integration of innovative tools, such as OKR, can improve the efficacy and sustainability of waste management, benefiting the conservation of water resources and the quality of life in the community.

Keywords: Sustainability. Sanitation. Public Policies.

LISTA DE FIGURAS

[Capítulo 2: Artigo 1] Figura 1 - Mapa Conceitual das concepções basilares de sustentabilidade, resíduos sólidos e políticas públicas	37
[Capítulo 3: Artigo 2] Figura 1. Localização da BHSF.....	49
[Capítulo 3: Artigo 2] Figura 2: População Estimada e Densidade Demográfica (Hab/km ²) da BHSF	50
[Capítulo 3: Artigo 2] Figura 3: Fluxo de etapas dos procedimentos metodológicos	54
[Capítulo 3: Artigo 2] Figura 4. Política (A) e Plano (B) Municipal de Saneamento Básico na BHSF.....	60
[Capítulo 3: Artigo 2] Figura 5. Política (C) e Plano (D) Municipal de Resíduos Sólidos na BHSF.....	61
[Capítulo 3: Artigo 2] Figura 6. Regiões Fisiográficas (E) e Tipo de destinação dos resíduos (F) na BHSF.....	63
[Capítulo 3: Artigo 2] Figura 7. Mapa de classificação matricial do nível de adequação da gestão de RSU dos municípios da BHSF.....	65
[Capítulo 3: Artigo 2] Figura 8. Mapa do nível de adequação da gestão de RSU dos municípios da BHSF com base em Cold Spots e Hot Spots	68
[Capítulo 4: Artigo 3] Figura 1. Fluxograma das etapas da metodologia OKR para a gestão de RSU	86
[Capítulo 4: Artigo 3] Figura 2. Mapa Conceitual OKR	96

LISTA DE TABELAS

[Capítulo 3: Artigo 2] Tabela 1 - Síntese da gestão pública de saneamento e resíduos sólidos no Brasil	47
[Capítulo 3: Artigo 2] Tabela 2. Índice de interações da matriz	55
[Capítulo 4: Artigo 3] Tabela 1. Principais metodologias empregadas na gestão de RSU	79
[Capítulo 4: Artigo 3] Tabela 2. Estudos que tratam sobre a gestão de resíduos sólidos e as metodologias correspondentes utilizadas.....	80
[Capítulo 4: Artigo 3] Tabela 3. Relação de Objetivos (O), Resultados-chave (KR) e suas respectivas correspondências com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)	87
[Capítulo 4: Artigo 3] Tabela 4. Relação de objetivos indispensáveis para a construção de indicadores para gestão de RSU na BHSF.....	91

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABREMA: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

ACV: Análise do Ciclo de Vida

ANA: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

BHSF: Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco

CBHSF: Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco

GDF: Governo do Distrito Federal

GIRS: Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

KR: Key Results (Resultados-Chave)

MCDA: Análise de Decisão Multicritério

MMA: Ministério do Meio Ambiente

ODS: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

OKR: Objectives and Key Results (Objetivos e Resultados-Chave)

PERS: Plano Estadual de Resíduos Sólidos

PFSB: Política Federal de Saneamento Básico

PMGIRS: Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

PMSB: Plano Municipal de Saneamento Básico

PMRS: Política Municipal de Resíduos Sólidos

PNRS: Política Nacional de Resíduos Sólidos

POMSB: Política Municipal de Saneamento Básico

RSU: Resíduos Sólidos Urbanos

SFRW: São Francisco River Watershed (Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco)

SINISA: Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico

SISNAMA: Sistema Nacional do Meio Ambiente

USW: Urban Solid Waste (Resíduos Sólidos Urbanos)

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS	10
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	11
CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO	14
1.1. OBJETIVOS	16
1.1.1 Objetivo Geral	16
1.1.2 Objetivos Específicos	16
1.2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	17
1.3. HIPÓTESE	17
1.4. JUSTIFICATIVA	18
1.5. RESUMO DOS CAPÍTULOS DA TESE	19
CAPÍTULO 2: ARTIGO 1	21
TÍTULO: Concepções Basilares de Sustentabilidade, Resíduos Sólidos e Políticas Públicas para a Gestão Municipal.	21
RESUMO	21
INTRODUÇÃO	22
PERCURSO DA SUSTENTABILIDADE	25
ESTADO DA ARTE: GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL	30
CONEXÃO DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS COM AS POLÍTICAS PÚBLICAS	34
CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERÊNCIAS	40
CAPÍTULO 3: ARTIGO 2	45
TÍTULO: Governança de Resíduos Sólidos Urbanos na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco: Análise Espacial e Desafios Municipais	45
RESUMO	45
INTRODUÇÃO	46
ÁREA DE ESTUDO	48
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	52
ANÁLISE ESPACIAL E DESAFIOS MUNICIPAIS	58
CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
REFERÊNCIAS	71
CAPÍTULO 4: ARTIGO 3	75
TÍTULO: Proposição Teórico-Metodológica para Utilização de “OKR” na Gestão De Resíduos Sólidos Urbanos: Potencialidades na Bacia Hidrográfica Do Rio São Francisco	75
RESUMO	75
INTRODUÇÃO	76
ABORDAGENS METODOLÓGICAS NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA	78
MÉTODO DE PESQUISA	84
ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO SOBRE A APLICAÇÃO DO OKR NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	87
CONSIDERAÇÕES FINAIS	100
REFERÊNCIAS	102
CAPÍTULO 5: CONSIDERAÇÕES FINAIS	106

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

Os desafios ambientais gerados pela atividade humana decorrem da exploração do meio ambiente para obter os recursos necessários para a extração de recursos essenciais à produção de bens e serviços requisitados e do despejo de resíduos e energia não aproveitados. O incremento na escala de produção tem se constituído em um fator relevante que impulsiona a exploração dos recursos naturais e amplifica a geração de resíduos (Barbieri, 2016).

O surgimento de leis, normas e outras regulamentações, visando à preservação ambiental, foi progressivamente moldada de acordo com as necessidades do momento e a avaliação dos interesses de todas as partes envolvidas: os poderes públicos, o setor privado e a sociedade civil (Barbosa e Ibrahim, 2014).

No contexto dos resíduos sólidos, por mais de vinte anos, as iniciativas ocorreram de maneira pontual e isolada, até a publicação da Lei Federal n. 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A referida lei foi regulamentada pelo Decreto Federal n. 7.404, datada de 23 de dezembro de 2010, estabelece obrigações relacionadas à responsabilidade compartilhada para fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, os quais também têm responsabilidades pelo ciclo de vida dos produtos (BRASIL, 2010a; 2010b).

A exigência de se acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados, assim como disponibilizar adequadamente aqueles que são passíveis de reutilização e reciclagem para coleta ou devolução, constitui uma obrigação para os consumidores, os quais devem cumprir a determinação do sistema de coleta seletiva estabelecido pelo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou que está instituído nos sistemas de logística reversa (BRASIL, 2010a).

Conforme Abrema (2024), das 75,6 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) coletados no Brasil em 2023, 58,5% tiveram disposição final adequada e foram encaminhados para aterros sanitários – uma expansão de 0,7% em relação ao valor total do ano anterior, o que sugere um avanço pequeno, porém positivo no gerenciamento de RSU no país. Porém, unidades inadequadas como lixões e aterros controlados ainda têm participação significativa, totalizando 41,5%. Estão presentes em todas as regiões e recebem mais de 80

mil toneladas de resíduos por dia, com elevado potencial de poluição ambiental e impactos negativos à saúde.

Observa-se, de fato, um empenho abrangente dos municípios brasileiros para solucionar a gestão e a destinação adequada dos resíduos sólidos, embora os prazos para adequação tenham expirado em agosto de 2014, conforme estipulado pela PNRS. Os desafios são enormes, uma vez que é necessário considerar aspectos como a disponibilidade de formação técnica, a infraestrutura, a capacidade econômica e as características ambientais, elementos que não podem ser desconsiderados nesse processo (Barreto, 2016).

De modo a otimizar a gestão adequada dos resíduos sólidos, que a utilização de indicadores regionais e metodologias apropriadas subsidiam a formulação de políticas públicas orientadas pelos princípios da sustentabilidade, ao mesmo tempo que possibilita a conversão de dados estratégicos em informações relevantes para a gestão de RSU. Adicionalmente, essa abordagem ressalta aspectos críticos da interação entre a sociedade e o meio ambiente (Pereira, Curi e Curi, 2018; Ugalde, 2010; Jucá, Barbosa e Sobral, 2020).

A unidade territorial escolhida para esta pesquisa foi a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF). As bacias são unidades básicas de planejamento, integradoras do que acontece na região, onde o que acontece à montante afeta a realidade à jusante (Castro e Pereira, 2019).

A adoção de bacias hidrográficas como unidades espaciais para o planejamento territorial configura-se como uma estratégia mais coerente e sustentável em comparação à delimitação por limites municipais. Esse fenômeno acontece em virtude de que as bacias são determinadas por atributos naturais, como a topografia e o regime de fluxo de água, ao passo que os municípios constituem divisões político-administrativas que, muitas vezes, desconsideram a dinâmica dos ecossistemas. A utilização da bacia como unidade de gestão possibilita a integração da análise de recursos hídricos, solo, cobertura vegetal e biodiversidade, assegurando uma visão sistêmica fundamental para o planejamento ambiental.

Um dos elementos que afetam a qualidade e quantidade das águas subterrâneas e superficiais é a grande quantidade de poços clandestinos, construídos sem os devidos cuidados técnicos e sem fiscalização adequada. Além dessas atividades, a intensa percolação de subprodutos provenientes de agrotóxicos e fertilizantes amplamente utilizados na agricultura, assim como a mineração, as ferrovias, os depósitos de resíduos sólidos urbanos

(objeto de estudo desta pesquisa), a indústria química/metalúrgica e, sobretudo, a exploração de postos de combustíveis, junto à sua extensa e mal monitorada rede de tanques destinados ao armazenamento de produtos químicos, configuram-se como fatores de impacto decorrentes da exploração desordenada dos aquíferos (CBHSF, 2025).

Assim, com o propósito de entender a influência gerada pelos resíduos sólidos, esta pesquisa visa verificar se a articulação entre governança participativa, indicadores regionais e abordagens inovadoras pode aprimorar as políticas públicas, mitigar os impactos ambientais adversos e incrementar a eficiência na gestão dos resíduos sólidos na região.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O trabalho tem como objetivo geral elaborar uma abordagem integrada para a gestão dos resíduos sólidos urbanos dos municípios com sede na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, levando em conta as especificidades territoriais, a governança participativa e os indicadores regionais, com o intuito de fomentar a sustentabilidade ambiental e a eficácia no planejamento municipal.

1.1.2 Objetivos Específicos

1. Analisar a interação entre sustentabilidade, gestão de resíduos sólidos e políticas públicas.
2. Diagnosticar os desafios e oportunidades enfrentados pelos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco em relação à gestão de resíduos sólidos, com base em critérios específicos da gestão pública.
3. Propor indicadores de desempenho para subsidiar a formulação de políticas públicas, o planejamento integrado e a gestão municipal de resíduos sólidos nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, reconhecendo e replicando práticas eficientes e estratégias intermunicipais que fortaleçam a governança ambiental na região, levando em conta as especificidades territoriais locais.

1.2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Diversos estudos têm analisado as dinâmicas em torno da construção das Políticas Nacionais de Saneamento Básico e de Resíduos Sólidos, promulgada e regulamentada em 2010, inclusive considerando as conquistas dos catadores (Barreto, 2016; Carvalho, 2017; Brandão, 2018, Rodrigues *et al.* 2018). No entanto, verifica-se a ausência de estudos que têm explorado a análise da distribuição geográfica da gestão integrada de resíduos sólidos na manutenção de recursos hídricos.

De acordo com o Comitê da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco (CBHSF, 2025) esta Bacia abrange 639.219 km² de área de drenagem (7,5% do país) e vazão média de 2.850 m³/s (2% do total do país). A Bacia engloba sete unidades da federação – Bahia (48,2%), Minas Gerais (36,8%), Pernambuco (10,9%), Alagoas (2,2%), Sergipe (1,2%), Goiás (0,5%), e Distrito Federal (0,2%) – e 505 municípios (cerca de 9% do total de municípios do país). Uma boa parte destes municípios ainda estão com seus planos municipais de gestão de resíduos sólidos em elaboração, apesar do prazo ter sido estipulado até 2012.

Apesar do atraso na elaboração dos planos municipais, a metodologia de construção de cada um deles levou em consideração vários fatores e estudos preliminares dos resíduos sólidos urbanos. O olhar em cada território, levando em consideração suas especificidades, é de suma importância para se ter um bom plano de gestão. Seu controle e monitoramento é parte elementar para que sua perpetuação seja efetiva nos próximos anos.

Dessa forma, o problema a ser respondido é: **Quais são os principais desafios e oportunidades para a implementação de uma gestão integrada de resíduos sólidos urbanos nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, levando em conta as especificidades territoriais, os marcos legais vigentes e a necessidade de articulação entre governança participativa e sustentabilidade ambiental?**

1.3. HIPÓTESE

A hipótese é de que a implementação de uma metodologia integrada que combine governança participativa, indicadores de desempenho e instrumentos inovadores pode aprimorar a gestão dos resíduos sólidos urbanos nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, favorecendo uma maior eficiência na utilização dos recursos naturais e a conformidade com as metas ambientais locais.

1.4. JUSTIFICATIVA

A Lei 12.305/2010 estabelece, entre outros elementos, as diretrizes para a destinação e a disposição final adequada dos resíduos. Dispõe, no artigo 54, que todos os municípios do Brasil são obrigados a realizar a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, dentro de um prazo de quatro anos contados a partir da data de sua promulgação. O artigo 55 estabelece a obrigatoriedade da elaboração do Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) e do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), com um prazo de dois anos, contados a partir da data de promulgação da referida Lei (BRASIL, 2010b; Barreto, 2016).

Todavia, em razão do não cumprimento por grande parte dos municípios brasileiros das metas estabelecidas pela Lei 12.305/2010, o Senado Federal, por meio do Projeto de Lei do Senado nº 425, de 2014, buscou prorrogar os prazos dos Artigos 54 e 55 da Lei 12.305/2010, de forma escalonada, conforme o porte dos municípios, para os anos de 2018 a 2021. Entretanto, a referida lei foi vetada pela Presidência da República, resultando, atualmente, na inadimplência de uma significativa porção dos municípios brasileiros (Barreto, 2016).

O artigo 18 da Lei 12.305/2010 determina que a elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) é requisito para que o Distrito Federal e os Municípios possam acessar recursos da União, destinados ao incentivo do adequado manejo de resíduos sólidos. Compreender e monitorar cada um dos PMGIRS representa um grande desafio, que possibilitará ao ente federado a apropriação dos instrumentos e mecanismos empregados em ações coordenadas, sustentáveis e eficazes na gestão dos resíduos sólidos.

Em 2025, a Lei Federal nº 12.305/10 completará 15 anos desde sua publicação. Sob essa ótica temporal, torna-se possível realizar um diagnóstico da gestão de resíduos sólidos e das condições de saneamento, bem como fornecer recomendações pertinentes para a implementação eficiente e eficaz da gestão de RSU na área em questão.

A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, que constitui a unidade territorial de análise desta tese, reveste-se de significativa relevância para o Brasil, não apenas em virtude do volume de água que transporta em uma região semi-árida, mas também pelo potencial hídrico passível de aproveitamento e pela sua contribuição histórica e econômica para a região (CBHSF, 2025).

Um aspecto relevante é que, apesar de o comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco apresentar um desempenho considerável em suas ações de planejamento (CBHSF, 2025), a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei Federal nº 9433/97 (BRASIL, 1997), não dialoga com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), com a Política Federal de Saneamento Básico (PFSB) e nem com os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). Isso ocorre mesmo após determinar, em seu art. 3º, inciso IV, que a articulação do planejamento de recursos hídricos deve ser realizada em consonância com os usuários, além dos planejamentos regional, estadual e nacional.

Nesse sentido, o desenvolvimento deste trabalho justifica-se pela pertinência em se formular uma abordagem integrada para analisar a governança municipal no tocante à gestão de resíduos sólidos na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, no intuito de melhorar o planejamento municipal e alinhar as ações locais às metas ambientais. Segundo Barreto (2016), a utilização de procedimentos de avaliação e monitoramento, podem indicar elementos que propiciem não só diagnósticos específicos ou abrangentes do desempenho de gestão municipal dos resíduos sólidos urbanos, como também elementos que permitam identificar quais seriam as melhorias mais relevantes a serem implementadas, no caso de uma avaliação insatisfatória.

1.5. RESUMO DOS CAPÍTULOS DA TESE

A tese está dividida em cinco capítulos. O *primeiro capítulo* é a introdução, que já foi apresentada. O *segundo capítulo* conta com o primeiro artigo científico que versa sobre o percurso da sustentabilidade e o contexto atual da gestão de resíduos sólidos, no intuito de discutir sua conexão com as políticas públicas. Como se verá, a abordagem sistêmica da sustentabilidade é base para a gestão responsável dos resíduos sólidos. O planejamento das políticas de gestão de resíduos sólidos deve buscar uma gestão sustentável dos recursos naturais de modo a contemplar as especificidades de cada território.

Com a base teórica referenciada, a discussão segue para o olhar no território escolhido: a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. O sistema de gestão de resíduos municipal abarca, ou deveria abarcar, de forma mais assertiva, as particularidades regionais e locais do território. Dessa forma, o *terceiro capítulo* apresentará o segundo artigo científico, com a proposta de uma metodologia matricial de análise da governança municipal de resíduos sólidos e as condições de saneamento na bacia, destacando a implementação de planos e

políticas de resíduos sólidos, o tipo de disposição dos resíduos e a participação em consórcios intermunicipais.

Dando seguimento, o *quarto capítulo* contará com o terceiro artigo científico, com o objetivo de aplicar a metodologia OKR no intuito de fornecer recomendações úteis de implementação eficiente e eficaz de gestão de RSU nos municípios da BHSE. Já o *quinto* e último capítulo contará com as considerações finais de forma a inter-relacionar os resultados encontrados nos três artigos e seus impactos na área de estudo.

CAPÍTULO 2: ARTIGO 1

TÍTULO: Concepções Basilares de Sustentabilidade, Resíduos Sólidos e Políticas Públicas para a Gestão Municipal.

Basic Concepts of Sustainability, Solid Waste and Public Policies for Municipal Management

Conceptos Básicos de Sostenibilidad, Residuos Sólidos y Políticas Públicas de Gestión Municipal

Lourene Rapôso Oliveira Garcez
Instituto Federal de Brasília - IFB
lourene@gmail.com

Valdir Adilson Steinke
Universidade de Brasília - UnB
valdirsteinke@gmail.com

*Artigo no prelo, Revista Entre-Lugar E-ISSN: 2177-7829.

RESUMO

A temática dos resíduos sólidos aliada aos preceitos da sustentabilidade é ampla e complexa. É comum que essa discussão seja reduzida a reflexões historicamente contraditórias. Assim, os objetivos deste artigo são: tornar evidente a interação entre a sustentabilidade e os resíduos sólidos; compreender o percurso da sustentabilidade; estudar o estado da arte da gestão de resíduos sólidos; e, por fim, discutir a conexão da gestão dos resíduos sólidos com as políticas públicas, destacando a importância no nível municipal. Utilizou-se pesquisa bibliográfica e documental, além de dados secundários disponibilizados por instituições e organizações governamentais e não-governamentais do Brasil. Embora o compromisso político, social e ético com o meio ambiente esteja em constante debate e evolução, é fundamental entender melhor as complexas sinergias da gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos nesse processo. A inclusão de instrumentos de gestão que considerem as singularidades locais e regionais é vital para o desenvolvimento de políticas públicas de gestão integrada de resíduos sólidos.

Palavras-chave: Desenvolvimento sustentável. Gerenciamento de resíduos. Legislação. Planejamento ambiental. Governança local.

ABSTRACT

The issue of solid waste, when examined in conjunction with the principles of sustainability, presents a broad and intricate challenge. This discussion is often oversimplified, reduced to historically conflicting reflections. Therefore, the objectives of this article are: to highlight the interaction between sustainability and solid waste management; to trace the evolution of sustainability; to examine the current state of solid waste management; and finally, to analyze the relationship between solid waste management and public policies, emphasizing its relevance at the municipal level. The research methodology included a bibliographic and

documentary approach, as well as the use of secondary data provided by governmental and non-governmental organizations in Brazil. Although the political, social, and ethical commitment to environmental issues continues to evolve, it is crucial to deepen our understanding of the complex synergies involved in the management and handling of solid waste. The incorporation of management tools that address local and regional specificities is essential for the development of integrated public policies for solid waste management.

Keywords: Sustainable development. Waste management. Legislation. Environmental planning. Local governance.

RESUMEN

El tema de los residuos sólidos, combinado con los principios de sostenibilidad, presenta una problemática amplia y compleja. A menudo, esta discusión se reduce a reflexiones históricamente contradictorias. Por ello, los objetivos de este artículo son: evidenciar la interacción entre sostenibilidad y residuos sólidos; comprender la trayectoria de la sostenibilidad; analizar el estado actual de la gestión de residuos sólidos; y, finalmente, discutir la conexión entre la gestión de residuos sólidos y las políticas públicas, destacando su importancia a nivel municipal. Se emplearon investigaciones bibliográficas y documentales, además de datos secundarios proporcionados por instituciones y organizaciones gubernamentales y no gubernamentales de Brasil. Aunque el compromiso político, social y ético con el medio ambiente está en constante evolución y debate, es crucial profundizar en la comprensión de las sinergias complejas que intervienen en la gestión y el manejo de residuos sólidos. La incorporación de herramientas de gestión que consideren las particularidades locales y regionales es esencial para el desarrollo de políticas públicas integradas de gestión de residuos sólidos.

Palabras clave: Desarrollo sostenible. Gestión de residuos. Legislación. Planificación ambiental. Gobernanza local.

INTRODUÇÃO

O aumento da exploração dos recursos naturais, bem como dos consequentes impactos ambientais, faz da sustentabilidade um conceito orientador central da mudança social no século XXI (ADLOFF; NECKEL, 2021).

A problemática relacionada à gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) é agravada pelo grande crescimento populacional e os processos de urbanização ocorridos ao longo dos últimos séculos. Sua discussão tem ganhado notoriedade e ações mais significativas na busca da preservação do meio ambiente e dos recursos naturais surgem na década de 70, especialmente impulsionadas pela realização da primeira grande conferência mundial sobre meio ambiente em Estocolmo na Suécia em 1972. Este evento lançou as bases para a realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como Eco-92 realizada no Rio de Janeiro/Brasil, que propôs o conceito de desenvolvimento sustentável e o comprometimento das gerações futuras na preservação do

ambiente natural (ADLOFF; NECKEL, 2021; PHILIPPI JR; SOBRAL, 2019; PURVIS; MAO; ROBINSON, 2019).

As questões dos resíduos sólidos reúnem reflexões historicamente contraditórias. O resíduo compreendeu por muito tempo uma significação simbólica pejorativa, de algo descartável e desprezível. Seu valor negativo agrega a ameaça e o impacto ao meio ambiente. Todavia, a construção de seu viés positivo mostra-se como uma vantagem competitiva para as organizações e governos, além de ser uma renovação ao compromisso social e ético com o meio ambiente (NEVES; MENDONÇA, 2016; SILVA, 2017).

As diferentes concepções ligadas aos resíduos demonstram, portanto, um fenômeno complexo a ser discutido. A questão dos resíduos é tão ampla quanto o conceito de sustentabilidade. A complexidade da gestão dos resíduos envolve tanto aspectos da evolução social, enquanto modificadora do território, quanto fatores ambientais, a serem considerados no planejamento e tomada de decisão de ações estratégicas. Dessa forma, existe a necessidade de discutir a pluralidade conceitual e cognitiva do conceito de sustentabilidade e sua relação com os resíduos sólidos e as políticas públicas.

A legislação ambiental brasileira relacionada à gestão dos resíduos sólidos apresentou avanços e desafios significativos desde a promulgação da Política Federal de Saneamento Básico (PFSB), instituída pela Lei nº 11.445, de 05/01/2007; da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecida pela Lei nº 12.305, de 02/08/2010 (BRASIL, 2007, 2010) e pelo Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares), instituído por meio do Decreto nº 11.043, de 13 de abril de 2022 (BRASIL, 2022).

Mudanças significativas nas percepções e cognições das questões ambientais passam a ser consideradas em diversas dimensões, e, neste estudo, a óptica da gestão dos resíduos sólidos abarcará as discussões teóricas do conceito de sustentabilidade e seus processos.

Pretende-se, aqui, tornar evidente esta interação entre a sustentabilidade e a percepção dos resíduos sólidos. Com isso, a discussão parte da trajetória da sustentabilidade, para em seguida abordar o arcabouço legislativo da gestão dos resíduos sólidos - o estado da arte - e, por fim, discutir a relação da gestão dos resíduos sólidos com as políticas públicas, como instrumento de gestão do espaço geográfico.

A metodologia utilizada está baseada em pesquisa bibliográfica e documental é um dos pilares da investigação científica, especialmente nas ciências humanas e sociais. Seu

fundamento principal reside na análise crítica de materiais já publicados, como livros, artigos científicos, legislações, relatórios técnicos e documentos institucionais (HABIB et al. 2014). A pesquisa bibliográfica visa identificar, mapear e sistematizar o estado da arte sobre determinado tema, fornecendo uma base sólida para a formulação de hipóteses e a construção teórica (XAVIER et al. 2017). A pesquisa documental, por sua vez, amplia essa perspectiva ao incluir documentos primários e institucionais que podem fornecer dados inéditos ou complementares às fontes bibliográficas (LUND e SKARE, 2009).

A primeira etapa da pesquisa bibliográfica e documental consiste na seleção criteriosa das fontes, orientada pela relevância, atualidade e credibilidade dos materiais. Essa fase requer uma análise preliminar dos materiais, considerando a pertinência das fontes para a questão de pesquisa, o rigor metodológico dos estudos revisados e sua contribuição para o campo científico em questão (RUDESTAM e NEWTON, 2014).

Uma vez coletados os materiais, a análise crítica constitui o cerne da metodologia bibliográfica e documental. Ela envolve a interpretação dos textos com base em critérios rigorosos, como a coerência teórica, a validade das metodologias empregadas nos estudos revisados e o alinhamento com o problema de pesquisa. Além disso, a análise documental requer um exame detalhado dos documentos em seus contextos de produção, considerando fatores como a finalidade, a autoria e a época de elaboração dos registros. Esse processo permite ao pesquisador extrair insights e informações essenciais para a compreensão profunda do tema investigado (MATTAR e RAMOS, 2021).

A etapa seguinte foi a sistematização dos dados e a construção de um arcabouço teórico e conceitual robusto. Essa sistematização se reflete na formulação de uma síntese crítica, que incorpora as contribuições dos diferentes autores e documentos analisados, promovendo uma leitura integrada do tema abordado (PREDIGER et al. 2008).

Desta forma, a pesquisa bibliográfica e documental proporciona uma abordagem metodológica essencial para a produção científica, sobretudo em áreas que demandam uma análise histórica ou teórica aprofundada. Ela oferece uma visão panorâmica do objeto de estudo e auxilia na identificação de tendências e desafios que ainda precisam ser explorados. Além disso, ao integrar fontes diversas, essa metodologia assegura a validade e a confiabilidade das conclusões, favorecendo a construção de novos conhecimentos com base em evidências sólidas e verificáveis.

PERCURSO DA SUSTENTABILIDADE

O conceito crescente de sustentabilidade se manifesta de uma forma particularmente poderosa nas demandas de instituições globais e organizações da sociedade civil (ADLOFF; NECKEL, 2021). Desde a publicação do Relatório “Nosso Futuro Comum”, conhecido como Relatório Brundtland (BRUNDTLAND, 1987) pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1987 e a realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED) em 1992, o conceito de “sustentabilidade” foi adotado como princípio político chave pela maioria dos governos em todo o mundo (RAMETSTEINER et al., 2011).

A definição mais amplamente reconhecida foi apresentada no Relatório Brundtland (1987), que conceitua o desenvolvimento sustentável como "satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades". Essa visão é corroborada e enfatizada por diversos autores, como Philippi Jr. e Sobral (2019), e Purvis, Mao e Robinson (2019), que reforçam a relevância e atualidade desse conceito.

Um dos primeiros passos em escala global no âmbito do desenvolvimento sustentável foi a realização da Conferência de Estocolmo em 1972, onde se percebeu a necessidade de reaprender a conviver com o planeta. Porém, o desenvolvimento sustentável passou a ser a questão principal de política ambiental, somente, a partir da Conferência das Nações Unidas (ONU) sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92), no Rio de Janeiro (MIKHAILOVA, 2004).

As conferências organizadas pela ONU, após a Agenda 21 Global acordada entre os 179 países participantes da Rio 92, proporcionaram um amplo debate para tratar questões relacionadas ao desenvolvimento sustentável, de modo a estabelecer compromissos, programas e diretrizes para seus países-membros (PHILIPPI JR; SOBRAL, 2019; UNITED NATIONS, 2015).

A sustentabilidade idealizada por um tripé – ambiental, social e econômico - em cujos ápices estão as questões ecológicas, econômicas e sociais, foi atribuída na Conferência Rio 92. Entretanto, não há uma base teórica fundamentada e clara sobre os três pilares, além de existir um certo questionamento quanto à possibilidade de equilibrar essas três dimensões, o

que significa que não é possível satisfazer totalmente as três dimensões ao mesmo tempo (PHILIPPI JR; SOBRAL, 2019; PURVIS; MAO; ROBINSON, 2019).

Essa abordagem tripartite busca promover um desenvolvimento equilibrado, voltado para a satisfação das necessidades atuais sem comprometer a capacidade das futuras gerações de atenderem às suas próprias demandas. Entretanto, a estrutura teórico-conceitual subjacente a esse modelo apresenta fragilidades que merecem uma reflexão crítica, particularmente quando inseridas em um contexto histórico marcado por disputas de classes e relações de poder (BECKER et al. 1999); (HECK, 2004); (OSORIO et al. 2005).

Essas fragilidades, muitas vezes, refletem as tensões inerentes entre interesses econômicos, sociais e ambientais, cujas dinâmicas são moldadas por assimetrias de poder e conflitos de classe que influenciam diretamente a formulação e implementação das políticas de desenvolvimento sustentável. Essas fragilidades estão presentes em uma série de estudos científicos que embasam a necessidade de rever o modelo atual de desenvolvimento sustentável, com a finalidade de, em linhas gerais, reduzir as disparidades sociais, econômicas, políticas e de poder. Para citar alguns Robert et al. 2005; Rockstrom et al. 2009; Leach et al 2010; Sachs, 2015; Meadows, 2018; Raworth, 2018; Schmidt e Guerra, 2018; Luetz e Walid, 2019; Gramkow, 2020; Cruz et al. 2024. :

a) Interconexões Complexas e Dinâmicas: A principal fragilidade reside na ausência de uma abordagem que reconheça a complexidade e a natureza dinâmica das interconexões entre as três dimensões do desenvolvimento sustentável. Na prática, essas relações são frequentemente não-lineares, multifacetadas e variam significativamente conforme o contexto e as escalas espaciais e temporais. A simplificação excessiva proposta pela abordagem tripartite pode ser inadequada, pois não captura plenamente a complexidade desses processos, resultando em soluções que desconsideram efeitos colaterais ou trade-offs indesejáveis, comprometendo a eficácia das políticas e estratégias implementadas (DE SOUZA PORTO, 2007); (SCOONES et al. 2007); (ANDRADE e ROMEIRO, 2009); .

b) Hierarquização Implícita e Conflitos de Interesses: Outro aspecto central é a hierarquização implícita entre as dimensões, onde frequentemente a dimensão econômica predomina sobre as outras duas. Isso reflete uma tendência em priorizar o crescimento econômico em detrimento da equidade social e da proteção ambiental, perpetuando assim desigualdades e exploração dos recursos naturais. Além disso, o tripé não oferece uma solução clara para conflitos de interesse entre as dimensões, o que pode resultar em

compromissos insustentáveis a longo prazo (LANGE et al. 2013); (BONNEDAHL et al. 2022).

c) Ambiguidade e Subjetividade: O conceito de sustentabilidade, mesmo dividido nas três dimensões do tripé, permanece amplamente ambíguo e sujeito a interpretações variadas (CARMINE e DE MARCHI, 2023). Essa falta de definição precisa pode resultar em inconsistências na aplicação e no monitoramento do progresso em direção à sustentabilidade (GASPARATOS et al. 2008).

d) Insuficiência em Abordar Questões de Escala: O modelo tripartite frequentemente falha em capturar de maneira adequada as interconexões entre as diferentes escalas espaciais e temporais. Soluções que se mostram sustentáveis em contextos locais ou de pequena escala podem se revelar ineficazes ou inviáveis quando expandidas para escalas maiores. Essa limitação torna-se especialmente crítica em questões globais, como as mudanças climáticas, onde é necessário um alinhamento entre as ações locais e globais para lidar com processos complexos e interdependentes. A incapacidade de considerar essas dinâmicas escalares compromete a eficácia das estratégias de sustentabilidade, ao negligenciar as interações multifacetadas entre o local e o global. (WU, 2013); (HENRY e VOLLAN, 2014); (BROMAN e ROBÈRT, 2017).

e) Omissão de Dimensões Culturais e Políticas: A estrutura teórico-conceitual do tripé apresenta uma fragilidade significativa ao frequentemente omitir dimensões culturais e políticas essenciais para a compreensão e promoção da sustentabilidade. Elementos cruciais, como governança, direitos humanos e conhecimentos tradicionais, são frequentemente marginalizados, pois não se encaixam de maneira consistente nas categorias clássicas do tripé (ambiental, social ou econômico). Essa omissão representa uma fragilidade estrutural do modelo, limitando sua capacidade de capturar a complexidade dos processos de transformação social. Rever essa estrutura é fundamental para que países periféricos possam desempenhar um papel mais proeminente, promovendo abordagens de sustentabilidade que sejam inclusivas e culturalmente sensíveis, e que reconheçam vetores de mudança muitas vezes ignorados, mas essenciais para a implementação de práticas sustentáveis. (ROOTES, 2003); (GAO et al. 2011); (JAMAL et al. 2013); (SCOWN et al. 2023).

Essas fragilidades destacam a necessidade de abordagens mais holísticas e integrativas para entender e promover a sustentabilidade, que vão além da simplicidade do modelo do

tripé e abraçam a complexidade inerente aos desafios socioambientais contemporâneos (WALL e MEAKIN, 2019); (REID, 2023).

Desde a formulação das políticas públicas no Brasil, é possível notar um nítido avanço quanto a necessidade de uma visão dinâmica e evolutiva da sustentabilidade (NETO; BASSO, 2010). Para alguns autores, a sustentabilidade não é algo a ser atingido, mas um constante processo (PROOPS et al., 1996). Nesse sentido, a sustentabilidade é a capacidade de criar, testar e manter capacidade adaptativa, enquanto desenvolvimento é o processo de criação, teste e manutenção de oportunidades. Portanto, o desenvolvimento sustentável refere-se ao objetivo de promover capacidades adaptativas e criar oportunidades (HOLLING, 2000).

Ao considerarmos as sociedades humanas como estruturas dinâmicas e em constante transformação, torna-se evidente que a sustentabilidade não pode ser discutida em termos absolutos ou estáticos. É crucial definir de forma precisa o que se pretende — e o que não se pretende — sustentar, reconhecendo que a sociedade estará inevitavelmente em um estado de mudança contínua no futuro. A sustentabilidade, portanto, deve ser sensível a essas transformações dinâmicas e adaptável aos novos desafios e realidades que surgem. Somente assim será possível promover práticas que sejam verdadeiramente sustentáveis ao longo do tempo, acompanhando a evolução social, econômica e ambiental. (NETO; BASSO, 2010).

Outros autores tratam o conceito de sustentabilidade de forma não convencional. O trabalho feito por Basiago (1995) apresenta os pilares da sustentabilidade a partir de dimensões individuais distintas, mas interagindo entre si. Essa abordagem já havia sido utilizada por Barbier (1987), que enfatiza que os sistemas individuais se fortalecem e melhoram uns aos outros a partir de uma abordagem sistêmica. Purvis; Mao; Robinson (2019) complementam essa visão e destacam que o crescimento econômico é fundamental para atingir as metas sociais e ambientais por meio de suas interações individuais.

A ênfase em um pilar econômico voltado para o crescimento deve ter a mesma relevância que os pilares social e ambiental da sustentabilidade. Isso é fundamental para aprofundar a compreensão das complexas sinergias e compensações entre essas três dimensões. Ao equilibrar as três esferas de maneira equitativa, é possível promover uma abordagem mais integrada e eficaz, capaz de lidar com os desafios multifacetados do desenvolvimento sustentável, garantindo que o progresso econômico seja compatível com o bem-estar social e a preservação ambiental.

Os representantes de uma economia verde, por exemplo, consideram a sustentabilidade um pré-requisito indispensável para o crescimento econômico e contam com uma modernização eficiente e ao mesmo tempo sustentável da economia e da sociedade. Os críticos dessa visão, entretanto, visam a uma transformação fundamental da sociedade, visto que consideram a necessidade de crescimento econômico o maior obstáculo ao desenvolvimento sustentável (ADLOFF; NECKEL, 2021).

Para Kidd (1992) muitas das conceituações distintas dos três pilares, e da própria sustentabilidade, podem ser atribuídas às raízes históricas e que estão longe de ser uma narrativa direta. Seu estudo identifica seis linhagens distintas de escolas de pensamento que adotaram a linguagem comum de sustentabilidade, mas que diferem as dimensões econômica, social e ambiental ao se considerar os limites espaciais e funcionais do contexto local.

Ao analisar diferentes trajetórias de sustentabilidade, é fundamental questionar quais estruturas sócio materiais capacitadoras e restritivas influenciam as práticas características associadas aos atores econômicos, políticos e da sociedade civil. Nesse contexto, as concepções específicas da natureza podem ser reconstruídas e reinterpretadas dentro de cada uma dessas práticas. Compreender essas dinâmicas é crucial para identificar como essas interações moldam as ações e decisões relacionadas à sustentabilidade, revelando as tensões e oportunidades que emergem das relações entre os diversos atores envolvidos (ADLOFF; NECKEL, 2021).

Segundo Adloff, Neckel (2021) a natureza pode ser materializada e monetizada, no que diz respeito à sua utilidade para as sociedades humanas. Já na concepção de transformação da sociedade, o valor ético intrínseco da natureza é enfatizado. Isso se torna particularmente aparente em discursos sobre os direitos da natureza. Existem também as concepções terrestres da natureza, nas quais nenhuma distinção é feita entre sistemas naturais e sociais (ADLOFF; NECKEL, 2021).

Essa discrepância tem como origem os valores e a forma como os atores percebem e interagem com a realidade a partir de seu ponto de vista e de seus interesses. Conflitos não resolvidos podem gerar uma crise ambiental e configurar diversos impasses que resultam não só das relações sociais e econômicas mas, principalmente, das interações entre as pessoas e o meio ambiente (ALMEIDA; SILVEIRA; ENGEL, 2020).

Refletir sobre a sustentabilidade de forma crítica e holística é essencial para promover um progresso verdadeiramente sustentável. Embora a sustentabilidade ainda não seja um consenso universal nem o único caminho seguido pelas sociedades, ela continua a se apresentar como uma possibilidade significativa. Ao considerar a complexidade multifacetada do conceito, os desafios de implementação, os interesses econômicos e políticos muitas vezes conflitantes, a equidade e a justiça social, as limitações do crescimento econômico, a diversidade cultural, além dos contextos históricos e condições locais, somos capazes de desenvolver abordagens mais eficazes, inclusivas e justas. Essas abordagens podem pavimentar o caminho para um futuro sustentável que contemple as necessidades e aspirações de todos, sem comprometer as gerações futuras.

ESTADO DA ARTE: GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL

Com a consolidação teórica do conceito de sustentabilidade, tornou-se possível conceber o meio ambiente como um direito humano autônomo e substantivo, inseparável e indivisível dos demais direitos humanos. Essa visão amplia a compreensão de que a proteção ambiental é fundamental para a garantia plena de outros direitos, consolidando sua posição como elemento central e interdependente no contexto dos direitos humanos (BODNAR; FREITAS; SILVA, 2016).

A sustentabilidade é um dos fundamentos para o princípio da responsabilidade na gestão dos resíduos sólidos. O aparato normativo brasileiro possui diversos instrumentos legais que tratam sobre os resíduos sólidos. Segundo a NBR 10.004/2004, os resíduos sólidos são:

Resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, 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 tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face de melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004a).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/2010, no artigo 3º, define resíduos sólidos como sendo:

Qualquer 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 sólido ou semissólido, 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 (BRASIL, 2010).

A PNRS classifica, em seu artigo 13, os resíduos sólidos de acordo com a sua origem e periculosidade. Quanto à origem, os resíduos podem ser classificados em (a) resíduos domiciliares; (b) resíduos de limpeza urbana; (c) os dois anteriores constituem os resíduos sólidos urbanos; (d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços; (e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico; (f) resíduos industriais; (g) resíduos de serviços de saúde; (h) resíduos da construção civil; (i) resíduos agrossilvopastoris; (j) resíduos de serviços de transportes; (k) resíduos de mineração (BRASIL, 2010).

A mesma legislação também classifica os resíduos quanto à periculosidade, sendo os perigosos, aqueles que apresentam qualquer característica que apresenta risco à saúde humana ou ambiental (LUZ, 2019).

A gestão integrada de resíduos sólidos compreende o propósito maior da Lei nº 12.305/10, tendo como diretriz, por ordem de prioridade a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (GDF, 2018).

Neste contexto, a gestão dos resíduos mostra-se alicerçada sobre três pilares estratégicos, onde o Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Distrito Federal, segundo GDF (2018), destaca:

(1) a "não geração" e "redução" dos resíduos asseguram-se ao conceito reducionista, alinhado aos princípios do consumo consciente e minimização da geração de resíduos. Esta condição nos leva a prever uma intensa atuação em comunicação, informação e educação ambiental como base do planejamento das ações de gerenciamento dos resíduos sólidos. (2) O segundo pilar está relacionado ao aproveitamento dos resíduos, sob a forma de seu reuso ou reciclagem. Neste contexto é que devem ser tratadas as práticas de coleta seletiva e triagem de resíduos, relevando ao catador a

atenção máxima nas ações para sua inclusão sócio produtiva na cadeia do manejo de resíduos sólidos. E, por fim, (3) o tratamento dos resíduos, visa o seu aproveitamento residual a partir de técnicas de valorização e a consequente disposição final adequada de rejeitos, como alternativas ambientalmente corretas e seguras quanto à saúde humana.

O processo de disposição final dos resíduos sólidos no Brasil ocorre, principalmente, em aterro sanitário, aterro controlado e lixões (vazadouros a céu aberto), sendo essa última a forma mais usual, ocorrendo, na maioria das vezes, de forma espontânea, totalmente desprovido de planejamento e de observância às normas técnicas, de segurança, e ambientais. Os efeitos desses vazadouros podem ser extremos ao provocar a contaminação do solo, do ar e do lençol freático, além de problemas sociais e de saúde pública (BARRETO, 2016).

A implantação obrigatória dos aterros sanitários em todo o território nacional faz parte de um conjunto de ações de solução definitiva necessárias para a gestão dos resíduos sólidos no país.

Em janeiro de 2017, o início da operação do Aterro Sanitário de Brasília (ASB), primeiro aterro sanitário do Distrito Federal, representou um importante passo a ser seguido no país para o início da reversão das condições de disposição inadequada dos resíduos sólidos coletados pelos serviços públicos. Entretanto, medidas complementares ainda são necessárias para uma maior valorização dos resíduos gerados, por meio da ampliação e modernização das práticas de coleta seletiva, triagem, compostagem e aproveitamento energético e disposição final de rejeitos (GDF, 2018).

No ano de 2022, a geração de RSU no Brasil alcançou um total de aproximadamente 77,1 milhões de toneladas geradas, ou 211 mil toneladas diárias. Comparando a geração de resíduos no Brasil entre 2021 e 2022, observa-se uma redução de 2% na geração de RSU per capita. Os dados apurados mostram que a geração de RSU no país sofreu influência direta da pandemia da COVID-19, o que reflete diretamente a diminuição do poder de compra da população como um todo, decorrente do aumento das taxas de desemprego observadas nos estados brasileiros.

Uma redução na geração de resíduos em 2022 também pode ser explicada por uma mudança nos hábitos de consumo advinda do fim do isolamento social: grande parte do consumo de alimentos que se dava em casa, voltou para a rua. Isso não apenas reduz a necessidade de embalagens para viagem (delivery), como reduz a geração de resíduos

domiciliares, que voltam a ser gerados em estabelecimentos comerciais (ABREMA, 2023). A gestão de resíduos não só interfere no meio ambiente, mas apresenta-se como importante ação preventiva para a saúde pública e proteção dos ecossistemas, entretanto, seu exercício de forma sistematizada é bastante recente, visto que a disponibilidade de legislação específica se fez evidente a partir de 1980 (GDF, 2018).

O advento do inovador ordenamento legal, a partir da Política Nacional de Resíduos Sólidos em 2010 (BRASIL, 2010), proporcionou a formação de elos entre o regramento federal, estadual, municipal e distrital, levando em consideração a competência de cada ente federado para o tratamento da matéria e o seu princípio da predominância do interesse.

Considerando que o manejo de resíduos sólidos está sujeito a enormes desafios para atender às expectativas da sociedade e ao enquadramento à legislação vigente, que os planos de gestão integrada de resíduos surgiram para realizar o adequado manejo de resíduos sólidos, o sistema de gestão de resíduos, seja ele estadual, municipal ou distrital, deve levar em consideração alguns elementos primordiais como os processos de geração, coleta, transporte, tratamento e deposição em aterro sanitário (LUZ, 2019). Idealizar uma gestão eficaz dos resíduos sólidos depende de atentar para as características locais e regionais (NEVES, 2016).

As particularidades na operacionalização da coleta e destinação final de Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) não podem ser impeditivas para a realização do saneamento básico em cada local. Por consequência, a regionalização tecnológica da gestão do RSD é uma necessidade urgente no Brasil. Reconhecer as oportunidades que as características regionais oferecem contribui tanto para o sucesso na prestação de serviços quanto para o desenvolvimento tecnológico. Ao valorizar essas particularidades, é possível potencializar estratégias que atendam às necessidades locais e impulsionem inovações adequadas ao contexto regional (BARBOSA et al., 2021).

É pensando nas diferentes realidades dos diversos entes federados da União, principalmente de ordem econômica e de infraestrutura, que os planos municipais podem ser organizados em blocos geográficos na implementação da gestão de resíduos sólidos, com o desenvolvimento de Planos Intermunicipais, Microrregionais, de Regiões Metropolitanas e de Aglomerações Urbanas, no intuito de que municípios de grande porte sirvam como suporte para o desenvolvimento de programas conjuntos de ação ambiental com municípios de

pequeno porte, ou, ainda, de conciliação dos interesses mútuos nessa questão, desde que atendendo aos objetivos das políticas ambientais (BARBOSA; IBRAHIN, 2014).

Entretanto, é preciso atentar-se e questionar-se sobre a falta de impacto de projetos de regionalização e formação de consórcios para a gestão de resíduos sólidos em nível municipal. Seu planejamento deve levar em conta as perspectivas de médio e longo prazo, para que uma governança do ambiente urbano traga melhores resultados no setor dos resíduos sólidos (NEVES, 2016).

CONEXÃO DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS COM AS POLÍTICAS PÚBLICAS

Ao longo do tempo, transformações podem ocorrer na paisagem e nos aspectos físicos, sociais, políticos e econômicos. A ausência de planejamento adequado das atividades econômicas, a falta de ordenamento territorial, a escassez de investimentos públicos, o desemprego e a pobreza, entre outros fatores, desencadeiam uma série de problemas nas cidades, como o aumento do número de desabrigados, o agravamento da pobreza, o crescimento da criminalidade e da violência, o uso descontrolado dos recursos hídricos e do solo, além do descarte inadequado e do acúmulo de resíduos sólidos em áreas de drenagem, contribuindo para a degradação urbana e ambiental (SOBREIRA; GANEM; ARAÚJO, 2014).

As dimensões continentais do Brasil e a diversidade de seus biomas exigem que a gestão de resíduos sólidos esteja conectada às particularidades locais e regionais, com a participação da população local sendo fundamental para essa adaptação. No entanto, a Política Nacional de Resíduos Sólidos carece de diretrizes específicas que integrem essas singularidades de forma adequada nos âmbitos político e operacional. Políticas padronizadas que desconsideram as especificidades de biomas como Amazônia, Cerrado e Caatinga, além dos desafios socioeconômicos e geográficos, correm o risco de comprometer tanto a eficiência quanto a sustentabilidade. A inclusão das comunidades locais como diretriz de base pode fortalecer as conexões regionais e nacionais, promovendo uma gestão mais eficaz e adaptada à realidade de cada região (BARBOSA et al., 2021).

Esses fatores funcionam e operam em situação de não equilíbrio e em alterações contínuas do ambiente. O emprego de instrumentos de gestão do espaço geográfico, articulados com as dimensões político-institucionais, socioeconômicas e

científico-tecnológicas são vitais para o planejamento e controle ambiental (SOBREIRA; GANEM; ARAÚJO, 2014).

Nesta perspectiva, um dos principais desafios da gestão pública é o de pensar o planejamento como um processo dinâmico que consiga articular os diferentes recortes territoriais na visão das políticas públicas (ALMEIDA; SILVEIRA; ENGEL, 2020).

Nas políticas de gestão de resíduos sólidos, especialmente na gestão municipal, é fundamental considerar as características regionais intrínsecas que impactam diretamente os aspectos operacionais do gerenciamento. Frequentemente tratadas como meras particularidades, essas questões são, na verdade, essenciais e acabam ficando fora do escopo das normativas gerais, criando lacunas importantes. A falta de previsibilidade sobre como adaptar metodologias ou tecnologias às especificidades regionais compromete a eficácia das políticas. Portanto, há uma demanda urgente por uma articulação robusta entre as esferas local e regional, de modo a evitar discrepâncias e garantir que as soluções propostas sejam ajustadas às realidades e desafios específicos de cada região, assegurando uma gestão mais eficiente e adequada dos resíduos sólidos (BARBOSA et al., 2021).

Outro ponto relevante, é que há uma grande responsabilidade do governo, do Estado e do poder público local nessas questões para que se possa obter êxito em seus desfechos. No entanto, ressalta-se que não apenas as políticas públicas são responsáveis por esse contexto, mas a sociedade como um todo (ALMEIDA; SILVEIRA; ENGEL, 2020).

A participação direta e efetiva da sociedade, organizada e mobilizada através de seus múltiplos setores econômicos e segmentos sociais constitui um imenso desafio de implementação dentro do que preconiza a gestão compartilhada entre poder público e sociedade propugnada pela PNRS (JARDIM; YOSHIDA; FILHO, 2012).

Estes aspectos suscitam a necessidade de reflexão quanto a suficiência da ordenação vertical de responsabilidades na gestão dos resíduos sólidos entre União, Estados e Municípios, trazendo à luz a necessidade de uma ampla discussão quanto à ordenação territorial da gestão dos resíduos também na escala de Bacias Hidrográficas, permitindo a organização da gestão de forma integrada por elementos paisagísticos em comum (BARBOSA et al., 2021).

No que tange a gestão responsável dos resíduos sólidos, cumpre compreender que se demanda muito mais que a implantação de sistemas eficientes de coleta, tratamento e

disposição final. Devem-se estabelecer regras e conceber ferramentas de políticas públicas, no campo do comando e controle e, especialmente, na esfera dos instrumentos econômicos, que se direcionam à redução do volume e à periculosidade dos resíduos (JARDIM; YOSHIDA; FILHO, 2012).

Sob a perspectiva da gestão de recursos hídricos, o adequado gerenciamento dos efluentes é importante para minimizar os impactos ambientais, exigindo a adoção de procedimentos específicos de coleta e tratamento. Práticas de degradação das águas, tais como o lançamento de esgotos sanitários sem o devido tratamento, bem como o despejo de resíduos sólidos e efluentes industriais em galerias de águas pluviais, córregos e valetas a céu aberto, proporcionam um aumento de matéria orgânica nas águas, cuja decomposição se faz com o consumo de uma elevada quantidade de oxigênio dissolvido, prejudicando, assim, a sobrevivência de organismos que dele necessitam (STEIN, 2017).

A busca por uma gestão sustentável dos recursos naturais tornou-se uma realidade necessária na elaboração de políticas públicas voltadas à sustentabilidade, garantindo a manutenção desses recursos e sua preservação para as gerações futuras. Nesse sentido, a implementação de políticas voltadas à gestão integrada dos recursos hídricos visa promover e integrar ações contemplativas e beneficiárias aos setores envolvidos no tocante ao referido recurso (ALBERTIN; TROMBETA; BOTELHO, 2021).

A manutenção dos recursos hídricos é um desafio para o século XXI. É fundamental que o Estado se posicione como um guardião legal, pois a garantia da água para as gerações futuras deve ser um dos pilares do desenvolvimento sustentável. Assim, é de responsabilidade do governo gerir os recursos hídricos de acordo com a legislação vigente, em favor do uso comum (ALBERTIN; TROMBETA; BOTELHO, 2021).

Por fim, de modo a sedimentar as reflexões, apresenta-se o mapa conceitual (Figura 1) que trata das concepções basilares de sustentabilidade, resíduos sólidos e políticas públicas para a gestão municipal.

A sustentabilidade é o conceito chave que dará direcionamento para uma abordagem holística da gestão dos resíduos sólidos e da construção das políticas públicas. O desenvolvimento e crescimento econômico passa a ter compromisso político mundial ligado à sustentabilidade a partir da Rio-92. Tal fato impulsionou e fortaleceu o arcabouço legislativo no Brasil e no mundo relacionadas não só às metas ambientais, mas também às metas sociais, de gestão dos resíduos sólidos e de planejamento estratégico de políticas públicas.

O valor positivo agregado ao pilar econômico dos resíduos sólidos corrobora como uma vantagem competitiva para organizações e governos. Esta conjuntura leva à promoção dos pilares da gestão sustentável dos resíduos sólidos, tais como o consumo consciente, tratamento e aproveitamento dos resíduos, disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, ação preventiva para a saúde pública e proteção do meio ambiente.

Além disto, a formação de elos entre o regramento das diferentes esferas de poder articulados a instrumentos de gestão do espaço geográfico e das dimensões político-institucionais, socioeconômicas e científico-tecnológicas, mostram-se vitais para o planejamento, controle ambiental e construção de políticas públicas, alinhadas ao compromisso social e ético com o meio ambiente, de modo a fomentar a preservação do meio ambiente e dos recursos naturais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sustentabilidade é um conceito central para compreender as práticas de gestão de resíduos sólidos, mas frequentemente é tratado de maneira superficial e desconectada da realidade complexa e multifacetada dos territórios. A simples conciliação entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental, por mais vital que seja, carece de uma abordagem mais crítica e integrada que reconheça os desafios operacionais, socioeconômicos e políticos que permeiam a gestão de resíduos. O planejamento e o controle ambiental eficazes não podem se limitar a discursos sobre responsabilidade ética e social com o meio ambiente; é necessário um comprometimento real com a reestruturação do arcabouço legislativo e das políticas públicas para que se tornem verdadeiramente sustentáveis e adaptáveis às especificidades locais e regionais.

A confrontação entre os valores positivos e negativos da disposição final de resíduos não deve ser vista apenas sob uma ótica econômica ou ambiental isolada, mas entendida dentro de um sistema mais amplo, onde os efeitos na saúde pública, na competitividade

econômica e na preservação ambiental estão interconectados. A adoção de tecnologias e práticas adequadas para o aproveitamento de resíduos, embora traga benefícios evidentes, como a redução do impacto ambiental e ganhos econômicos, ainda é tratada de forma marginalizada em muitas regiões, especialmente em países com grandes disparidades regionais, como o Brasil. A disposição final inadequada é mais do que uma questão técnica; ela reflete a ausência de uma articulação política eficaz que considere as profundas diferenças territoriais.

Ao negligenciar as singularidades locais e regionais, as políticas públicas caem em uma armadilha de generalização, criando lacunas significativas que prejudicam a gestão integrada de resíduos sólidos. O gerenciamento de resíduos, em um país de dimensões continentais como o Brasil, não pode ser pensado a partir de um modelo uniforme e centralizado. O foco exclusivamente municipal ignora as diversidades fisiográficas, culturais e socioeconômicas que variam de região para região, dificultando a implementação de soluções que sejam verdadeiramente eficientes e sustentáveis. Há uma demanda urgente por uma reconfiguração das políticas de gestão de resíduos que articulem, de forma harmoniosa, as dimensões locais e regionais, de modo a evitar discrepâncias e ineficiências que comprometem o alcance de resultados robustos.

Nesse contexto, é imperativo que se repense o modelo de gestão de resíduos sólidos no Brasil, com a inclusão explícita das referências espaciais dentro das dimensões político-institucionais e socioeconômicas. Um planejamento eficaz deve ser baseado em uma visão geográfica assertiva, que reconheça as especificidades regionais e que permita a adaptação das políticas às realidades ambientais e socioeconômicas de cada localidade. Ao partir da esfera municipal, mas com uma perspectiva mais ampla e integradora das realidades regionais, será possível aprimorar as práticas de planejamento e gestão, promovendo uma gestão de resíduos sólidos que seja ao mesmo tempo eficaz, equitativa e sustentável.

Para enfrentar esses desafios, é necessário um comprometimento político claro, que vá além das discussões acadêmicas ou da retórica superficial, e que envolva a criação de mecanismos de governança multinível, a implementação de tecnologias limpas adaptáveis a cada realidade e a mobilização ativa das comunidades locais como protagonistas no processo de gestão. Somente dessa forma será possível construir políticas públicas que transcendam o discurso e promovam transformações reais, garantindo um futuro sustentável tanto no âmbito local quanto nacional.

REFERÊNCIAS

- ABNT. NBR 10.004: **Resíduos sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro, 2004a.
- ABNT. NBR ISO 14031: **Gestão ambiental- Avaliação de desempenho ambiental - Diretrizes**. Rio de Janeiro, 2004b.
- ABREMA. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil - 2023**. Disponível em: <https://abrema.org.br/pdf/Panorama_2023_P1.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2024.
- ADLOFF, F.; NECKEL, S. Futures of sustainability: Trajectories and conflicts. **Social Science Information**, v. 60, n. 2, p. 159–167, 1 jun. 2021.
- ALBERTIN, R. M.; A. TROMBETA, L. R.; BOTELHO, L. A. **Geografia e Recursos Hídricos**. Grupo A, 2021. E-book. 9786556902661. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786556902661/>. Acesso em: 18 ago. 2022.
- ALMEIDA, G. G. F. DE; SILVEIRA, R. C. E. DA; ENGEL, V. Coleta e Reciclagem de Resíduos Sólidos Urbanos: Contribuição ao Debate da Sustentabilidade Ambiental. **Future Studies Research Journal: Trends and Strategies**, v. 12, n. 2, p. 289–310, 2020.
- ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano. **Texto para discussão**. IE/UNICAMP, v. 155, p. 1-43, 2009.
- BARBIER, E. B. The Concept of Sustainable Economic Development. **Environmental Conservation**, v. 14, n. 2, 1987.
- BARBOSA, D. S. *et al.* Desafios na gestão dos resíduos sólidos na transição Cerrado e Pantanal: Estudo de caso em Itiquira-MT. **Revista Engenharia Urbana em Debate**, v. 2, n. 2, p. 59–71, 2021.
- BARBOSA, R. P.; IBRAHIM, F. I. D. **Resíduos Sólidos - Impactos, Manejo e Gestão Ambiental**. Editora Saraiva, 2014.
- BARRETO, S. E. DE O. **Procedimento para Avaliação de Desempenho de Sistemas Municipais de Gestão de Resíduos Sólidos**: Aplicação ao Caso da RIDE-DF e Entorno. Brasília, DF: Dissertação (mestrado) – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia, 2016.
- BASIAGO, A. D. Methods of defining “sustainability”. **Sustainable Development**, v. 3, n. 3, p. 109–119, 1995.
- BECKER, E.; JAHN, T.; STIESS, I. Exploring uncommon ground: sustainability and the social sciences. Becker, E., Jahn, T., **Sustainability and the Social Sciences: A Cross-disciplinary Approach to Integrating Environmental Considerations into Theoretical Reorientation**, London, Zed Books, p. 1-22, 1999.
- BODNAR, Z.; FREITAS, V. P.; SILVA, K. C. A Epistemologia Interdisciplinar da Sustentabilidade: Por Uma Ecologia Integral para a Sustentação da Casa Comum. **Revista Brasileira de Direito**, v. 12, n. 2, p. 59–70, 2016.
- BONNEDAHN, K. J.; HEIKKURINEN, P.; PAAVOLA, J. Strongly sustainable development goals: Overcoming distances constraining responsible action. **Environmental Science & Policy**, v. 129, p. 150-158, 2022.
- BRASIL. **Lei Federal nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, DF, 2007. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em: 10 jan. 2020.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 30 jan. 2020.

BRASIL. **Decreto nº 11.043, de 13 de abril de 2022.** Aprova o Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/d11043.htm>. Acesso em: 10 ago. 2024.

BROMAN, G. I.; ROBERT, K. A framework for strategic sustainable development. **Journal of cleaner production**, v. 140, p. 17-31, 2017.

BRUNDTLAND, Gro Harlem; COMUM, Nosso Futuro. Relatório Brundtland. **Our Common Future**: United Nations, p. 540-542, 1987.

CARMINE, S.; DE MARCHI, V. Reviewing paradox theory in corporate sustainability toward a systems perspective. **Journal of Business Ethics**, v. 184, n. 1, p. 139-158, 2023.

CRUZ, P. M. *et al.* Sustainability and transnational governance as a subsidy for disseminating new power matrices. **Sostenibilidad Económica, Social y Ambiental**, n. 6, p. 1-15, 2024.

DE SOUZA PORTO, Marcelo Firpo. **Uma ecologia política dos riscos**: princípios para integrarmos o local e o global na promoção da saúde e da justiça ambiental. SciELO-Editora FIOCRUZ, 2007.

GAO, G. Y. *et al.* A “strategy tripod” perspective on export behaviors: Evidence from domestic and foreign firms based in an emerging economy. *In*: **The future of global business**. Routledge, 2011. p. 239-278.

GASPARATOS, A.; EL-HARAM, M.; HORNER, M. A critical review of reductionist approaches for assessing the progress towards sustainability. **Environmental impact assessment review**, v. 28, n. 4-5, p. 286-311, 2008.

GDF. **Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <<http://www.so.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/03/PDGIRS.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2020

GRAMKOW, Camila. **Green fiscal policies**: An armoury of instruments to recover growth sustainably, 2020.

HABIB, M.; MARYAM, H.; PATHIK, B. B. **Research methodology-contemporary practices**: Guidelines for academic researchers. Cambridge Scholars Publishing, 2014.

HECK, R. H. **Studying educational and social policy**: Theoretical concepts and research methods. Routledge, 2004.

HENRY, A. D.; VOLLAN, B. Networks and the challenge of sustainable development. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 39, n. 1, p. 583-610, 2014.

HOLLING, C. S. Theories for sustainable futures. **Conservation Ecology**, v. 4, n. 2, 2000.

JAMAL, T.; CAMARGO, B. A.; WILSON, E. Critical omissions and new directions for sustainable tourism: A situated macro–micro approach. **Sustainability**, v. 5, n. 11, p. 4594-4613, 2013.

- JARDIM, A.; YOSHIDA, C.; FILHO, J. V. M. **Política Nacional**. Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos. 1a ed. São Paulo, SP: Editora Manole, 2012.
- KIDD, C. V. The evolution of sustainability. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, v. 5, n. 1, p. 1–26, 1992.
- LANGE, P. *et al.* Governing towards sustainability—conceptualizing modes of governance. **Journal of environmental policy & planning**, v. 15, n. 3, p. 403–425, 2013.
- LEACH, M.; STIRLING, A. C.; SCOONES, I. **Dynamic sustainabilities**: technology, environment, social justice. Taylor & Francis, 2010.
- LUETZ, J. M.; WALID, M. Social responsibility versus sustainable development in United Nations policy documents: a meta-analytical review of key terms in human development reports. **Social responsibility and sustainability**: How businesses and organizations can operate in a sustainable and socially responsible way, p. 301–334, 2019.
- LUND, N. W.; SKARE, R. Document theory. **Annual review of information science and technology**, v. 43, n. 1, p. 1, 2009.
- LUZ, F. G. F. **Avaliação de estratégias de cooperação para a gestão de resíduos sólidos urbanos nos municípios com sede na bacia hidrográfica do rio Corumbataí**. Rio Claro: Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2019.
- MATTAR, J.; RAMOS, D. K. **Metodologia da pesquisa em educação: abordagens qualitativas, quantitativas e mistas**. Almedina Brasil, 2021.
- MEADOWS, D. H. *et al.* The limits to growth. In: **Green planet blues**. Routledge, 2018. p. 25–29.
- MIKHAILOVA, I. Sustentabilidade: evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática. **Revista Economia e Desenvolvimento**, v. 16, p. 22–41, 2004.
- MILSTEIN, T.; DICKINSON, E. Gynocentric greenwashing: The discursive gendering of nature. **Communication, Culture & Critique**, v. 5, n. 4, p. 510–532, 2012.
- NETO, B. S.; BASSO, D. A ciência e o desenvolvimento sustentável: Para além do positivismo e da pós-modernidade. **Ambiente e Sociedade**, v. 13, n. 2, p. 315–329, 2010.
- NEVES, F. DE O. Gestão dos resíduos sólidos urbanos na Bacia do Paraná III: elementos para uma agenda de pesquisas. **Revista Espaço Geográfico em Análise**, v. 38, p. 169–194, 2016.
- NEVES, F. DE O.; MENDONÇA, F. Por uma leitura geográfico-cultural dos resíduos sólidos: reflexões para o debate na Geografia. **Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía**, v. 25, n. 1, p. 153–169, 2016.
- OSORIO, L. A. R.; LOBATO, . O.; CASTILLO, X. Á. Del. Debates on sustainable development: towards a holistic view of reality. **Environment, Development and Sustainability**, v. 7, p. 501–518, 2005.
- PHILIPPI JR, A.; SOBRAL, M. DO C. **Gestão de bacias hidrográficas e sustentabilidade**. 1a ed. São Paulo, SP: Editora Manole, 2019.
- PREDIGER, S.; BIKNER-AHSBAHS, A.; ARZARELLO, F. **Networking strategies and methods for connecting theoretical approaches**: First steps towards a conceptual framework. *Zdm*, v. 40, p. 165–178, 2008.
- PROOPS, J. L. R. *et al.* Achieving a sustainable world. **Ecological Economics**, v. 17, n. 3, p. 133–135, 1996.

- PURVIS, B.; MAO, Y.; ROBINSON, D. Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins. **Sustainability Science**, v. 14, n. 3, p. 681–695, 2019.
- RAMETSTEINER, E. *et al.* Sustainability indicator development-science or political negotiation? **Ecological Indicators**, v. 11, n. 1, p. 61–70, 1 jan. 2011.
- RAWORTH, Kate. **Doughnut economics**: Seven ways to think like a 21st century economist. Chelsea Green Publishing, 2018.
- REID, Jack. **Using earth observation-informed modeling to inform sustainable development decision-making**. 2023. Tese de Doutorado. Massachusetts Institute of Technology
- ROBERT, K. W.; PARRIS, T. M.; LEISEROWITZ, A. A. What is sustainable development? Goals, indicators, values, and practice. **Environment: science and policy for sustainable development**, v. 47, n. 3, p. 8-21, 2005.
- ROCKSTROM, J. *et al.* A safe operating space for humanity. **Nature**, v. 461, n. 7263, p. 472-475, 2009.
- ROOTES, Christopher. **Environmental protest in western Europe**. OUP Oxford, 2003.
- RUDESTAM, K. E.; NEWTON, R. R. **Surviving your dissertation**: A comprehensive guide to content and process. Sage publications, 2014.
- SACHS, J. D. **The age of sustainable development**. Columbia University Press, 2015.
- SCHMIDT, L.; GUERRA, J. Sustainability: dynamics, pitfalls and transitions. Changing societies: legacies and challenges. Vol. 3. **The diverse worlds of sustainability**, p. 27-53, 2018.
- SCOONES, I. *et al.* **Dynamic systems and the challenge of sustainability**. 2007.
- SCOWN, M. W. *et al.* Towards a global sustainable development agenda built on social–ecological resilience. **Global sustainability**, v. 6, p. e8, 2023.
- SILVA, A. C. P. DA. Governanças Cooperativas Sustentáveis na Gestão Metropolitana Fluminense: Desafios Geográficos / Sustainable Cooperative Governance in Flumenan Metropolitan Management: Geographical Challenges. **Geo UERJ**, v. 0, n. 31, p. 280–301, 2017.
- SOBREIRA, F. J. A.; GANEM, R. S.; ARAÚJO, S. M. V. G. DE. **Qualidade e sustentabilidade do ambiente construído**. Brasília, Câmara dos Deputados, 2014.
- STEIN, R. T. **Manejo de Bacias Hidrográficas**. Grupo A, 2017. E-book. 9788595021259. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595021259/>. Acesso em: 18 ago. 2022.
- UNITED NATIONS. **Transforming our World**. The 2030 Agenda for sustainable development. A/RES/70/1. Arsenic Research and Global Sustainability - Proceedings of the 6th International Congress on Arsenic in the Environment, 2015.
- WALL, T.; MEAKIN, D.. Reflective practice for sustainable development. *In*: **Encyclopedia of Sustainability in Higher Education**. Cham: Springer International Publishing, 2019. p. 1372-1377.
- WU, Jianguo. Landscape sustainability science: ecosystem services and human well-being in changing landscapes. **Landscape ecology**, v. 28, p. 999-1023, 2013.

XAVIER, A. F. *et al.* Systematic literature review of eco-innovation models: Opportunities and recommendations for future research. **Journal of cleaner production**, v. 149, p. 1278-1302, 2017.

Recebido em junho de 2024.

CAPÍTULO 3: ARTIGO 2

TÍTULO: Governança de Resíduos Sólidos Urbanos na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco: Análise Espacial e Desafios Municipais

Urban Solid Waste Governance in the São Francisco River Watershed: Spatial Analysis and Municipal Challenges

RESUMO

Este artigo apresenta um diagnóstico da gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF). Através de uma metodologia matricial com seis variáveis-chave, analisou-se a governança municipal de resíduos sólidos e as condições de saneamento na bacia, destacando a implementação de planos e políticas de resíduos sólidos, o tipo de disposição dos resíduos e a participação em consórcios intermunicipais. Os resultados indicam uma heterogeneidade na gestão dos RSU, com municípios apresentando diferentes níveis de adequação. Identificou-se a necessidade de fortalecer a integração entre os entes federativos e de fomentar a elaboração e implementação de planos municipais de saneamento básico e gestão integrada de resíduos sólidos. A conclusão é que a melhoria da governança ambiental é fundamental para assegurar a sustentabilidade e a eficácia na gestão dos recursos naturais da BHSF, com repercussões na saúde pública e na conservação do meio ambiente.

Palavras-chave: Gestão ambiental. Saneamento Básico. Planejamento Municipal. Políticas Públicas. Sustentabilidade.

ABSTRACT

This article provides an assessment of urban solid waste management (USWM) in the municipalities of the São Francisco River Watershed (SFRW). The municipal governance of solid waste and sanitation conditions in the watershed were examined using a matrix methodology comprising six important variables, emphasizing the execution of solid waste plans and policies, waste disposal methods, and involvement in intermunicipal consortia. The results demonstrate variability in the management of municipal solid waste, with municipalities exhibiting differing levels of effectiveness. The necessity to enhance the integration among federative bodies and to advance the formulation and execution of municipal sanitation and integrated solid waste management programs was recognized. The conclusion is that enhancing environmental governance is crucial for ensuring sustainability and efficacy in the management of SFRW's natural resources, impacting public health and environmental conservation.

Keywords: Environmental Management. Sanitation. Municipal Planning. Public Policies. Sustainability.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a administração de saneamento básico e resíduos sólidos adota um modelo federativo, no qual a União, os estados e os municípios possuem responsabilidades interligadas. A harmonia entre esses três níveis de governo é fundamental para garantir a eficácia e a sustentabilidade dos serviços oferecidos (Silva, 2014).

No contexto federal, existem duas legislações primordiais: a Política Federal de Saneamento Básico (PFSB), estabelecida pela Lei Federal nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007), que define os serviços essenciais de abastecimento de água, esgoto, gerenciamento de resíduos sólidos e drenagem; e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010), que delinea diretrizes para a gestão integrada e o adequado descarte de resíduos. O governo federal define diretrizes fundamentais, aloca recursos e supervisiona a implementação por meio de instituições como a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e o Ministério do Meio Ambiente (MMA).

Os estados suplementam a legislação federal através de suas respectivas Políticas Estaduais de Saneamento e Resíduos Sólidos, estabelecendo normas específicas e regulamentações ambientais (Loubet, 2011). Adicionalmente, os estados são responsáveis por coordenar os programas regionais relacionados ao saneamento básico e à gestão de resíduos sólidos, visando à promoção da integração entre a organização, o planejamento e a execução das funções públicas em nível regional, além de exercer controle e fiscalização sobre as atividades dos geradores que estão sujeitas ao licenciamento ambiental pelo órgão estadual do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), o que abrange a supervisão dos aterros sanitários e dos sistemas de abastecimento e esgotamento sanitário (BRASIL, 2007, 2010; Sousa, 2023).

A execução dos serviços de saneamento e gestão de resíduos sólidos é de incumbência dos municípios, uma vez que se configura como uma atribuição de âmbito local (BRASIL, 2007, 2010). Para que a implementação das políticas seja eficaz, é essencial que os municípios desenvolvam de maneira coordenada seus Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) e Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), respeitando sempre as diretrizes e princípios das esferas estadual e federal, além das suas respectivas políticas municipais. Tal situação possibilita uma perspectiva sistêmica e assegura a alocação mais eficaz de recursos em infraestrutura e iniciativas ambientais.

É fundamental destacar que a Política Municipal de Resíduos Sólidos (PMRS) e o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) constituem instrumentos distintos, mas que se complementam na gestão de resíduos sólidos no município. A PMRS consiste em um conjunto de diretrizes e princípios estabelecidos pelo município para a gestão de seus resíduos sólidos. O PMGIRS constitui um documento de caráter técnico-operacional que especifica as diretrizes para a implementação prática da política municipal. De forma semelhante, observa-se a diferenciação entre a Política Municipal de Saneamento Básico (PMSB), que estabelece as diretrizes no âmbito municipal, e o Plano MSB, que consiste em um documento técnico e estratégico. Tanto o PMGIRS e o PMSB constituem instrumentos obrigatórios para os municípios, de acordo com a PNRS e a PFSB (BRASIL, 2007, 2010), e devem incluir um diagnóstico da situação dos resíduos e do saneamento no município, respectivamente, além de metas, prazos e ações concretas para gestão desses aspectos.

Tabela 1 - Síntese da gestão pública de saneamento e resíduos sólidos no Brasil.

Norma	Descrição	Saneamento básico	Resíduos sólidos
Política Nacional	Conjunto de diretrizes e princípios gerais.	Lei nº 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020.	Lei nº 12.305/2010.
Política Estadual	Detalha normas específicas e regulamentações a nível estadual.	Não é obrigatório, mas recomendável.	Obrigatório para os estados (Lei nº 12.305/2010).
Política Municipal	Conjunto de diretrizes e princípios para os municípios.	Não é obrigatório, mas recomendável.	Não é obrigatório, mas recomendável.
Plano Municipal	Documento técnico que detalha a execução da política, com diagnóstico, metas e estratégias.	Obrigatório para os municípios (Lei nº 11.445/2007).	Obrigatório para os municípios (Lei nº 12.305/2010).

Fonte: Elaboração própria (2025).

A política de resíduos sólidos constitui um elemento fundamental na política de saneamento básico (Nascimento Neto e Moreira, 2010). Abordar ambas de maneira integrada potencializa a gestão pública, diminui custos operacionais e amplia os benefícios ambientais e

sociais. Os municípios que implementam essa abordagem integrada avançam de maneira mais eficiente em direção ao desenvolvimento sustentável (Fugii *et al.*, 2019).

A gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) representa um desafio complexo, que abrange dimensões ambientais, logísticas, econômicas, comportamentais e vinculadas aos hábitos de consumo. À medida que o tema se torna mais desafiador, uma abordagem fundamentada em dados se torna cada vez mais imprescindível. Uma base de dados abrangente e confiável possibilita uma compreensão mais acurada do contexto, favorecendo a identificação das questões mais relevantes a serem abordadas. A investigação objetiva desses dados indica quais alternativas exercem maior influência na gestão de RSU, auxiliando na determinação de prioridades e áreas de atuação. Ademais, permite calcular os gastos e aportes financeiros indispensáveis para a execução e a manutenção dessas soluções. Apenas através de dados podemos verificar se os objetivos definidos nos planos de gerenciamento de RSU estão sendo alcançados (ABREMA, 2024).

A gestão eficiente de resíduos sólidos urbanos (RSU) constitui um desafio crescente para os municípios brasileiros. Este artigo tem como objetivo diagnosticar a gestão dos RSU nos municípios situados na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF), visando identificar as principais problemáticas e apoiar a adequação da gestão. O trabalho está estruturado em quatro seções principais: a área de estudo, os procedimentos metodológicos, uma discussão sobre a análise espacial e os desafios municipais, e, por fim, as considerações finais.

ÁREA DE ESTUDO

A BHSF (Figura 1), abrangendo 8% do território nacional, configura-se como uma unidade territorial de vasta extensão e relevância socioambiental. Com área de drenagem superior a 639.219 km², o rio principal estende-se por 2.863 km, desde sua nascente na Serra da Canastra, em Minas Gerais, até sua foz no Oceano Atlântico, na divisa entre Alagoas e Sergipe. Essa vasta área de abrangência engloba porções das regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste do país, compreendendo 505 municípios distribuídos em seis estados (Minas Gerais, Goiás, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe), além do Distrito Federal (CBHSF, 2024).

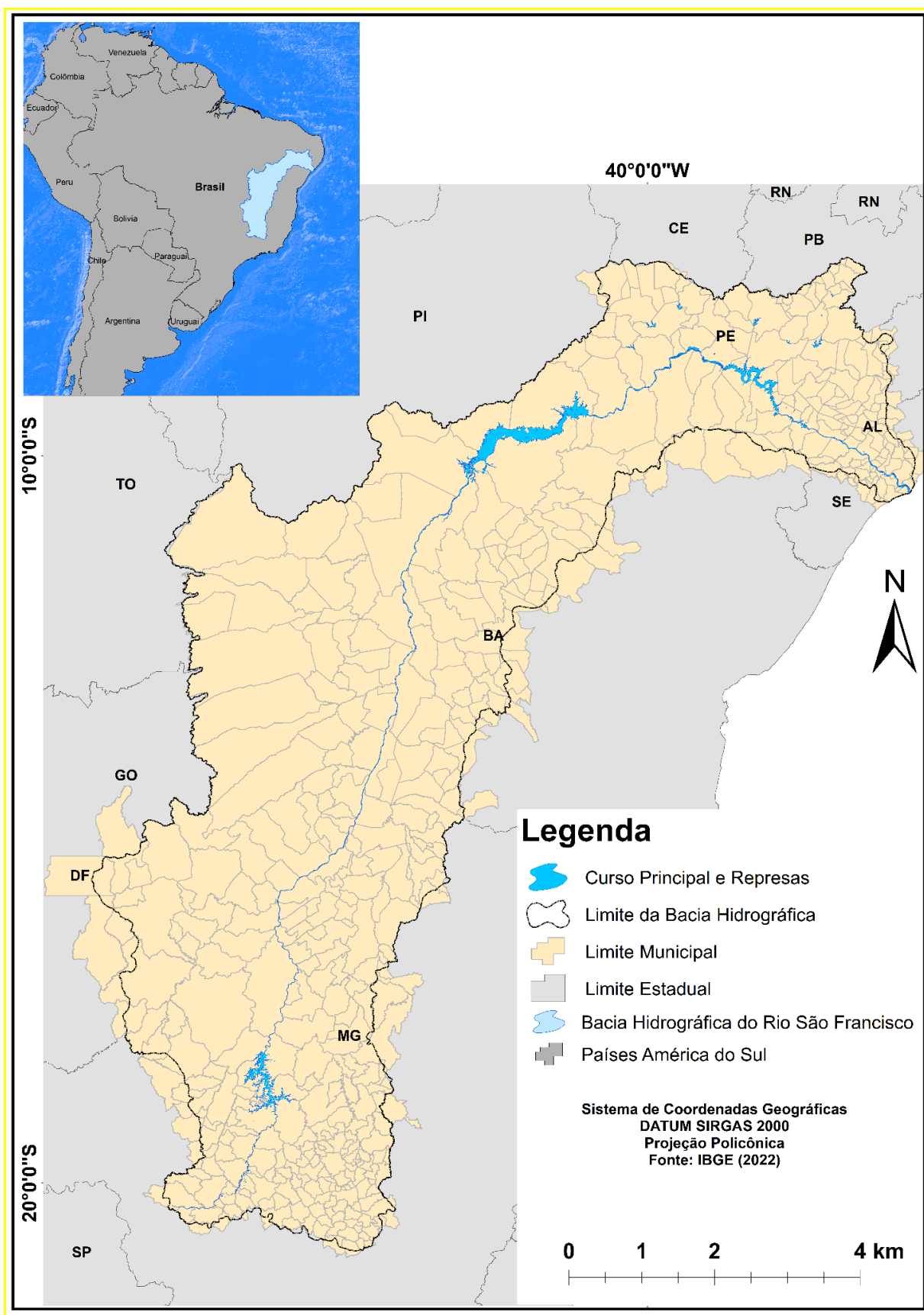


Figura 1. Localização da BHSF.
Fonte: Elaboração própria (2025).

Inserida no contexto das 12 regiões hidrográficas do Brasil, a BHSF foi subdividida, para fins de planejamento e gestão, em quatro zonas ou regiões fisiográficas distintas: Alto (cerca de 40% da área da bacia hidrográfica), Médio (39% da área da bacia hidrográfica), Submédio (17% da área da bacia) e Baixo São Francisco (5% da área da bacia hidrográfica). Essa compartimentação territorial reflete as particularidades geomorfológicas, climáticas e hidrológicas de cada trecho do rio, permitindo uma análise mais detalhada e direcionada dos desafios e potencialidades da bacia (CBHSF, 2024).

Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), em 2021, a população abrangida pela BHSF correspondia a 9,53% do total da população brasileira, totalizando 20,23 milhões de 212,3 milhões. Salienta-se que tal população não se encontra distribuída de maneira uniforme (Figura 2) entre os 505 municípios da BHSF, assim como ocorre com os níveis de riqueza (CBHSF, 2024). Conforme o IBGE (2022), a produção proveniente desses municípios representa 9,6% do Produto Interno Bruto (PIB) do país.

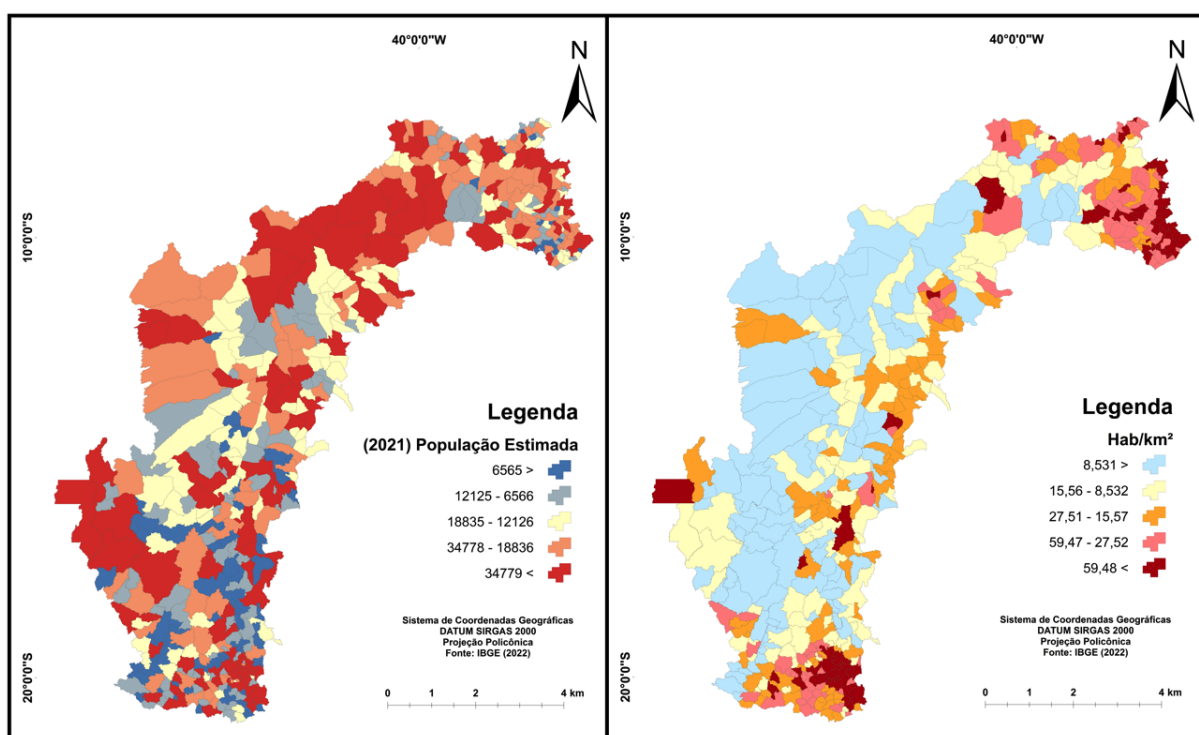


Figura 2. População Estimada e Densidade Demográfica (Hab/km²) da BHSF.
Fonte: Elaboração própria (2025).

A Figura 2 mostra uma correlação espacial entre as regiões altamente populosas (representadas em vermelho à esquerda da Figura 2) e as áreas de alta densidade populacional (representadas em vermelho à direita da Figura 2), especialmente nas partes do Alto e Baixo São Francisco. Esta sobreposição indica a solidificação de áreas urbanas metropolitanas,

marcadas pela alta concentração de habitantes e infraestrutura urbana estabelecida. A manutenção de valores elevados em ambas as métricas (população absoluta e densidade) destaca a importância dessas áreas como centros de atração demográfica e econômica, espelhando tendências históricas de urbanização e desenvolvimento desigual no Brasil. Estes resultados sublinham a necessidade de políticas governamentais voltadas para a administração sustentável do desenvolvimento urbano nesses centros estabelecidos.

A BHSF, dotada de expressiva diversidade ambiental, contempla fragmentos representativos de diferentes biomas brasileiros: Floresta Atlântica, Cerrado, Caatinga, além de ecossistemas costeiros e insulares. O Cerrado, fitofisionomia predominante na bacia, ocupa aproximadamente metade de sua área, estendendo-se desde o estado de Minas Gerais até o oeste e sul da Bahia. A Caatinga, por sua vez, concentra-se majoritariamente no nordeste baiano, onde as condições climáticas se caracterizam por maior severidade. Remanescentes da Floresta Atlântica, drasticamente reduzidos em decorrência da expansão agrícola e de pastagens, subsistem, sobretudo, no Alto São Francisco, com maior expressão nas áreas de cabeceiras. Ademais, ao longo das margens fluviais, em zonas de maior umidade, observa-se a ocorrência de vegetação de mata seca (Castro e Pereira, 2024).

Na esfera econômica, observa-se a concentração de atividades industriais e agroindustriais em determinadas áreas, como o Alto, Médio e Submédio São Francisco, impulsionadas pela exploração de recursos minerais em Minas Gerais e pelos polos agroindustriais de grãos e fruticultura no Norte e Oeste da Bahia e Sul de Pernambuco. No Baixo São Francisco, a socioeconomia ribeirinha mantém-se vinculada à agropecuária e à pesca tradicionais, embora se observe um crescimento notável da aquicultura, turismo e lazer (CBHSF, 2024).

O Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia (2016-2025) apontou que mais de 70% da demanda por água na bacia destina-se à irrigação, com maior concentração no Médio e Submédio São Francisco. A área irrigada, estimada em 336.200 hectares, abrange projetos agrícolas públicos e privados (CBHSF, 2024).

As demandas urbanas e industriais, mais expressivas no Alto São Francisco, estão relacionadas principalmente aos setores de siderurgia, mineração, química, têxtil, papel e equipamentos industriais. Tanto as indústrias quanto as unidades residenciais lançam efluentes nos cursos d'água do rio São Francisco e seus afluentes, gerando impactos ambientais significativos. A Região Metropolitana de Belo Horizonte destaca-se como uma área crítica

de poluição, com alta carga inorgânica proveniente da extração e beneficiamento de minerais, além do lançamento de esgotos domésticos e industriais (CBHSF, 2024).

Adicionalmente, o rio São Francisco desempenha um papel fundamental na geração de energia elétrica para a região Nordeste do país, abrigando nove usinas hidrelétricas em operação. Seu potencial para o transporte hidroviário, estimado em 1.670 km navegáveis, com destaque para os trechos entre Pirapora (MG) e Juazeiro (BA) (1.312 km) e entre Piranhas (AL) e a foz (208 km), representa um recurso estratégico para o desenvolvimento regional (CBHSF, 2024).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para este estudo, foram utilizados dados secundários do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA, 2023), ligado ao Ministério das Cidades e do Desenvolvimento Regional. Especificamente, os indicadores foram obtidos dos Painéis de Informações do SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) - Edição 2023, referentes ao ano-base de 2022.

A base de dados do SINISA é a principal referência oficial de dados sobre saneamento básico no Brasil, incluindo informações municipais e estaduais sobre fornecimento de água, tratamento de esgoto, gestão de resíduos sólidos e drenagem urbana. A coleta de dados foi realizada através dos painéis dinâmicos disponíveis no portal do SINISA (2023), escolhendo-se as variáveis pertinentes para a análise sugerida neste estudo.

Os procedimentos metodológicos adotados para a construção de subsídios científicos à gestão integrada da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco estruturam-se em uma sequência analítica rigorosa, composta por cinco etapas interdependentes (Figura 3). A primeira etapa consiste na definição do **recorte territorial**, estabelecendo a bacia hidrográfica como unidade espacial de referência. A escolha desse recorte fundamenta-se na concepção sistêmica da bacia enquanto um espaço geográfico que integra processos naturais e socioeconômicos, conferindo-lhe centralidade na formulação de estratégias de gestão ambiental (Agarwal, 2002); (Carvalho, 2020); (Poli *et al.*, 2024).

Na segunda etapa, define-se a **escala de análise**, delimitando o município como a unidade primária de investigação. Essa decisão metodológica justifica-se pela necessidade de examinar a formulação e a implementação das políticas públicas em nível local, onde se

concretizam as ações relacionadas ao gerenciamento de resíduos sólidos e saneamento (Pires, Martinho e Chang, 2011); (Zurbrügg *et al.*, 2014); (Rodrigues, 2018); (Tsai *et al.*, 2021). A adoção da escala municipal permite a identificação de disparidades territoriais e a compreensão da capacidade institucional dos entes federativos na execução de políticas ambientais.

A terceira etapa compreende a definição dos **critérios de análise**, que abrangem variáveis essenciais à caracterização da governança ambiental municipal (Newig e Fritsch, 2009); (Jiang *et al.*, 2021). São examinados os marcos regulatórios e os instrumentos de planejamento, incluindo a existência e a qualidade da **Política Municipal de Resíduos Sólidos** e do respectivo **Plano Municipal de Resíduos Sólidos**, além da **Política Municipal de Saneamento** e do **Plano Municipal de Saneamento**. Adicionalmente, avalia-se o **tipo de destinação final dos resíduos sólidos** e a **participação dos municípios em consórcios intermunicipais**, reconhecendo a importância dessas associações na superação de limitações financeiras e técnicas para a gestão compartilhada dos resíduos.

Na quarta etapa, procede-se à **classificação dos municípios**, por meio da aplicação de técnicas de agregação e ponderação das variáveis selecionadas. Esse procedimento metodológico envolve a **hierarquização dos municípios segundo o grau de adequação** às normativas ambientais e aos princípios de sustentabilidade (Mateus e Bragança, 2011); (Oktabec e Wills, 2024). A estruturação desse indicador composto permite a identificação de padrões de conformidade e a detecção de fragilidades na gestão municipal dos resíduos e do saneamento.

A quinta e última etapa consiste na **proposição de clusters**, utilizando técnicas de **agrupamento geostatístico** para a segmentação dos municípios segundo suas características comuns. Esse método permite a identificação de grupos territoriais homogêneos, favorecendo a formulação de estratégias diferenciadas e territorialmente ajustadas para a governança ambiental (Hengl, 2009); (Majewska e Truskolaski, 2019); (Jawarneh e Abulibdeh, 2024). A organização dos municípios em clusters constitui um instrumento metodológico fundamental para a gestão integrada da bacia hidrográfica, viabilizando a implementação de ações coordenadas e a otimização de recursos técnicos e financeiros.

Portanto, a metodologia adotada fundamenta-se em uma abordagem espacialmente referenciada, articulando diferentes escalas de análise e incorporando critérios qualitativos e

quantitativos para a avaliação da governança municipal de resíduos sólidos e saneamento (Baxter e Eyles, 1997); (Fotheringham *et al.*, 2000); (Santos, 2024). A estruturação desse fluxo metodológico visa fornecer suporte técnico-científico à formulação de políticas públicas ambientais mais eficazes, alinhadas aos princípios de gestão integrada e sustentabilidade territorial na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

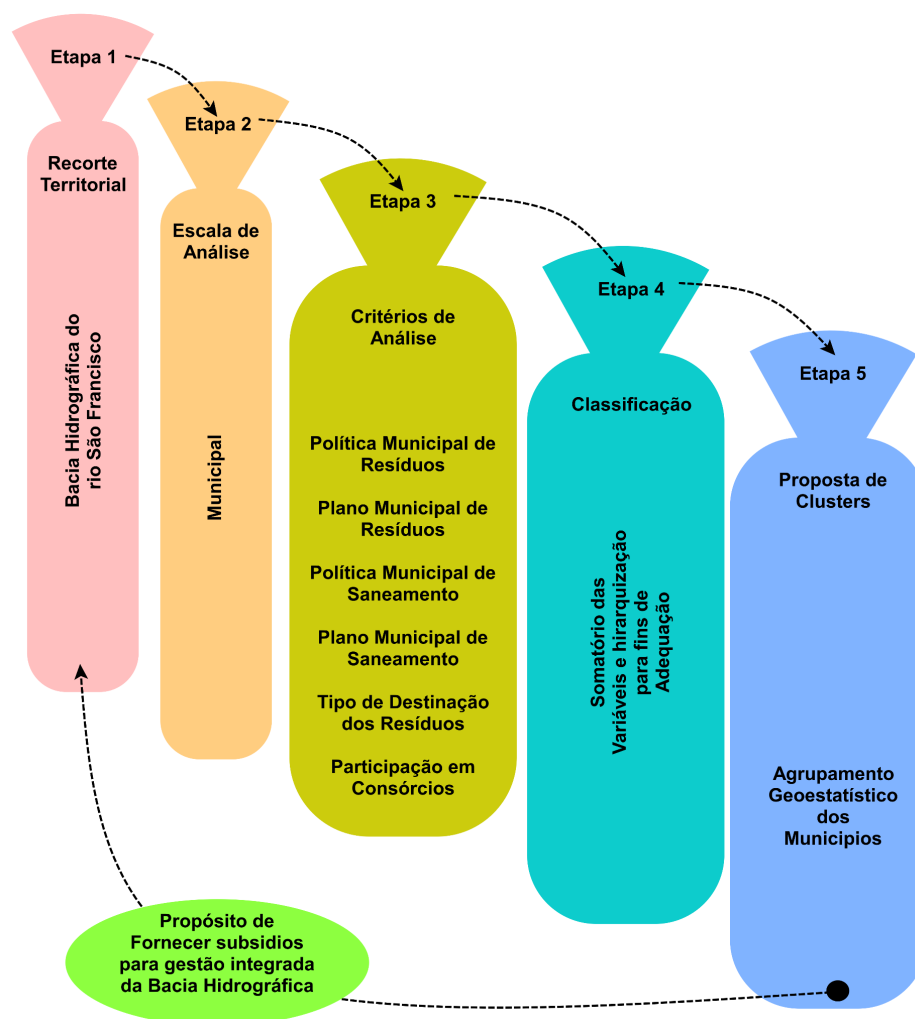


Figura 3: Fluxo de etapas dos procedimentos metodológicos.

Fonte: Elaboração própria (2025).

A metodologia empregada para a análise espacial da gestão dos resíduos sólidos urbanos na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF) baseou-se em uma matriz composta por seis variáveis-chave, permitindo uma avaliação integrada da governança municipal de resíduos sólidos urbanos e saneamento básico. A metodologia matricial possibilitou a construção de mapas que sintetizam as condições da bacia com base em

diferentes dimensões estruturais e institucionais, favorecendo uma interpretação espacialmente refinada das vulnerabilidades e potencialidades regionais.

Tabela 2. Índice de interações da matriz.

Variável	Critérios			
	Sim	Em elaboração	Não	s/info
Plano Municipal de Resíduos Sólidos	10	5	0	0
Política Municipal de Resíduos Sólidos	10	5	0	0
Plano Municipal de Saneamento Básico	10	5	0	0
Política Municipal de Saneamento Básico	10	5	0	0
	Aterro Sanitário	Aterro Controlado	Lixão	s/info
Tipo de Disposição dos Resíduos	10	7	4	0
	Intermunicipal	Municipal		s/info
Participa de Consórcios	10	5		0
Nota Final	60	32	4	0

Fonte: Elaboração própria (2025).

A tabela 2 apresentada detalha a matriz de pontuação empregada na avaliação do nível de adequação dos municípios da **Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF)** no que tange à gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU), levando em consideração seis variáveis-chave: **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS)**, **Política Municipal de Resíduos Sólidos (PMRS)**, **Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB)**, **Política Municipal de Saneamento Básico (POMSB)**, **Tipo de Disposição dos Resíduos e Participação em Consórcios**.

A abordagem metodológica adotada atribui **notas** com base em critérios qualitativos definidos para cada variável, variando de **0 a 10 pontos**. Quanto maior a pontuação, mais estruturada é a gestão municipal em relação àquela variável específica, evidenciando um maior alinhamento com as diretrizes da **Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)** e com as melhores práticas de saneamento e disposição ambientalmente adequada dos resíduos.

As quatro variáveis iniciais analisam a **presença de políticas e planos municipais formais** destinados à gestão de resíduos e saneamento. Os municípios que possuem um plano ou uma política implementada recebem a pontuação máxima de **10 pontos**, ao passo que aqueles que não dispõem desses instrumentos são pontuados com **0**, indicando um considerável déficit institucional. Os municípios que se encontram na **fase de elaboração** recebem uma pontuação intermediária de **5 pontos**, o que evidencia um progresso parcial, porém ainda inadequado para assegurar uma governança efetiva. Na **ausência de informações** disponíveis, a pontuação é automaticamente **0**, uma vez que a falta de dados prejudica a análise da gestão municipal.

A variável **Tipo de Disposição dos Resíduos** classifica os municípios de acordo com a destinação final adotada para os resíduos sólidos urbanos. Os municípios que utilizam **aterros sanitários licenciados**, reconhecidos como a alternativa ambientalmente mais adequada, recebem a pontuação máxima de **10 pontos**. Aqueles que fazem uso de **aterros controlados**, os quais constituem uma evolução em comparação aos lixões, embora ainda revelem limitações ambientais, recebem **7 pontos**. Os municípios que ainda destinam seus resíduos a **lixões**, prática inadequada e interdita pela legislação vigente, recebem uma pontuação reduzida (**4 pontos**), o que evidencia a urgência na transição para modelos mais sustentáveis. Quando não existe informação disponível sobre o destino final dos resíduos, a pontuação atribuída é **0**, uma vez que a ausência de transparência prejudica o monitoramento e a fiscalização ambiental.

A variável final analisada refere-se a **Participação em Consórcios Intermunicipais para a Gestão de Resíduos Sólidos**. Os municípios que integram **consórcios intermunicipais**, estratégia que fortalece a governança regional e amplia a viabilidade de soluções estruturais para a destinação dos resíduos, recebem **10 pontos**. Aqueles que adotam uma abordagem **municipal isolada**, sem cooperação regional, recebem uma pontuação intermediária de **5 pontos**, uma vez que, apesar de apresentarem algum nível de organização, costumam enfrentar desafios financeiros e estruturais mais significativos. Municípios sem informação sobre a participação em consórcios recebem **0 pontos**, o que sinaliza a necessidade de aprofundamento da análise da gestão intermunicipal.

A referida matriz de pontuação foi empregada para gerar as classificações espaciais dos municípios da BHSF, permitindo a construção de mapas que identificam os níveis de adequação na gestão de resíduos sólidos em diferentes regiões. Com base na pontuação final

atribuída a cada município, foi possível estabelecer categorias como "Adequado", "Bom", "Médio", "Baixo" e "Inadequado", o que facilita a formulação de políticas públicas mais assertivas e direcionadas para as áreas mais vulneráveis.

Essa metodologia quantitativa, associada à análise geoestatística e à identificação de **Cold Spots** e **Hot Spots**, possibilitou um diagnóstico detalhado da governança dos resíduos sólidos urbanos na bacia, subsidiando a proposição de estratégias regionais para aprimorar a gestão ambiental e sanitária no território em questão.

A análise de pontos quentes (*Hot Spot Analysis*), fundamentada no estatístico **Getis-Ord Gi***, consiste em um método robusto de detecção de padrões espaciais que avalia a distribuição geográfica de variáveis e a significância estatística de sua agregação. Essa abordagem baseia-se na identificação de clusters espaciais onde valores elevados ou reduzidos de uma variável ocorrem de maneira estatisticamente significativa, diferenciando-os de padrões aleatórios. O cálculo do índice **Gi*** considera tanto o valor da unidade espacial analisada quanto os valores de suas vizinhanças, ponderados por uma matriz de proximidade espacial, resultando na atribuição de **Z-scores** e **p-values**. Valores significativamente positivos de **Gi*** indicam agrupamentos de alta intensidade, conhecidos como *hot spots*, enquanto valores significativamente negativos revelam regiões de baixa intensidade, denominadas *cold spots*. Essa metodologia permite a distinção entre agrupamentos efetivos e distribuições aleatórias, conferindo rigor analítico a estudos espaciais.

A aplicação do método **Getis-Ord Gi*** tem ampla relevância em diversas áreas do conhecimento, sendo empregada na detecção de padrões espaciais em fenômenos como distribuição de crimes, incidência de doenças, concentração de poluentes e dinâmica socioeconômica. A significância estatística dos resultados permite inferências fundamentadas, eliminando viés subjetivo na interpretação dos dados espaciais. A precisão desse método está diretamente relacionada à definição da vizinhança espacial, fator determinante na sensibilidade da análise. Assim, a escolha de parâmetros como a distância de influência e o modelo de vizinhança é crucial para evitar distorções na detecção de clusters. Dessa forma, a análise de *hot spots* se configura como uma ferramenta essencial para a geografia quantitativa e as ciências espaciais, fornecendo suporte empírico para a formulação de políticas públicas e o planejamento territorial baseado em evidências.

A equação do método **Getis-Ord Gi*** é definida de forma detalhada como:

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij}x_j - \bar{X} \sum_{j=1}^n w_{ij}}{S \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n w_{ij}^2 - (\sum_{j=1}^n w_{ij})^2}{n-1}}}$$

Onde:

- G_i^* = estatística de Getis-Ord G_i^* para a unidade espacial i ;
- x_j = valor da variável de interesse na unidade espacial j ;
- w_{ij} = peso espacial que define a relação de vizinhança entre as unidades i e j ;
- $\bar{X}$ = média dos valores da variável em estudo;
- S = desvio padrão da variável em análise;
- n = número total de unidades espaciais.

Essa equação mede o grau de associação espacial entre uma unidade i e suas vizinhas j , ponderando os valores com base na matriz de pesos espaciais w_{ij} . Quando o valor de G_i é significativamente maior ou menor que zero, isso indica um padrão de **hot spot** (alta concentração) ou **cold spot** (baixa concentração), respectivamente. A significância estatística é avaliada por meio dos valores de **Z-score** e **p-value**, que indicam se os padrões observados são aleatórios ou não.

Dessa forma, a metodologia empregada evidencia a relevância de uma análise integrada e espacializada da governança dos resíduos sólidos urbanos, possibilitando não apenas o diagnóstico das fragilidades existentes, mas também a orientação para a formulação de políticas públicas mais assertivas voltadas à gestão sustentável dos resíduos na BHSF.

ANÁLISE ESPACIAL E DESAFIOS MUNICIPAIS

A complexidade e a relevância da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF) a caracterizam como um sistema socioambiental estratégico para o país, demandando uma gestão integrada e sustentável de seus recursos naturais (CBHSF, 2024). Nesse contexto, a Política Municipal de Resíduos Sólidos (PMRS) representa um elemento fundamental da Política Municipal de Saneamento Básico (POMSB), uma vez que a própria Lei do Saneamento Básico incorpora o manejo de resíduos sólidos como um de seus pilares estruturantes. A abordagem integrada dessas políticas fortalece a governança ambiental,

otimiza os custos operacionais e amplia os benefícios socioambientais, favorecendo uma gestão pública mais eficiente.

Os dados indicam que 271 municípios da BHSF dispõem de uma Política Municipal de Saneamento Básico (POMSB), ao passo que 201 municípios possuem uma Política Municipal de Resíduos Sólidos (PMRS). Essa disparidade indica que uma parte significativa dos municípios ainda não implementou diretrizes específicas para a gestão de resíduos sólidos, evidenciando lacunas que precisam ser sanadas para assegurar maior sustentabilidade e eficácia nos serviços de saneamento e resíduos sólidos.

A inadequação e a ineficiência na gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) constituem um dos principais elementos que contribuem para a crise atual da destinação desses materiais. A falta de planejamento apropriado e a gestão inadequada dos materiais ocasionam impactos ambientais e sociais severos, incluindo a contaminação de águas subterrâneas e superficiais, a obstrução de sistemas de drenagem urbana que aumentam o risco de alagamentos, a disseminação de vetores de doenças e a degradação da qualidade do ar em decorrência da incineração imprópria, que emite substâncias altamente tóxicas, como as dioxinas. Os efeitos negativos mencionados não somente comprometem os ecossistemas e a saúde coletiva, mas também diminuem a qualidade de vida da população, tornando-se evidentes mesmo para um observador não especializado (Tseng, 2009).

A análise da implementação das políticas de saneamento básico e gerenciamento de resíduos sólidos nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF) evidencia disparidades significativas entre os municípios, conforme representado nos mapas apresentados na Figura 4.

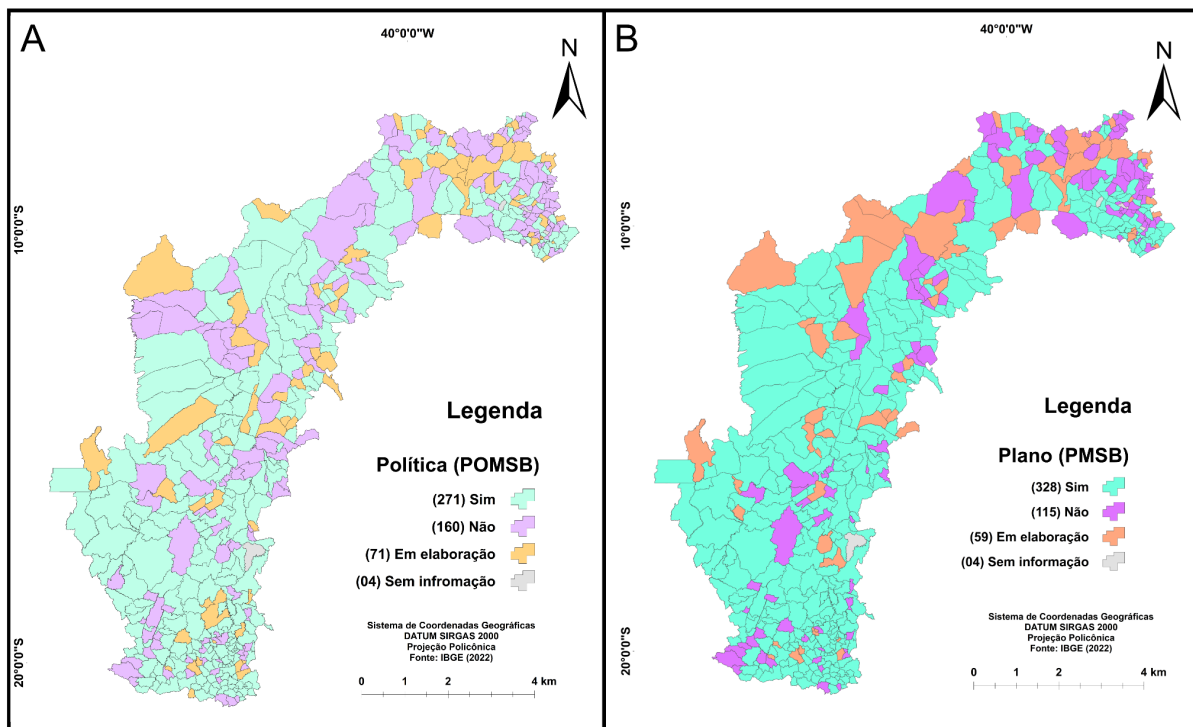


Figura 4. Política (A) e Plano (B) Municipal de Saneamento Básico na BHSF.

Fonte: Elaboração própria (2025).

O mapa da Figura 4A ilustra a distribuição dos municípios que possuem uma **Política Municipal de Saneamento Básico (POMSB)**, indicando que 271 municípios já formalizaram essa política, enquanto 160 ainda não a instituíram. Além disso, 71 municípios estão em fase de elaboração e 4 não possuem informações disponíveis. A predominância da coloração verde reflete uma adesão considerável à política, contudo, a presença de extensas áreas em tons avermelhados e alaranjados destaca lacunas na implementação, especialmente em regiões específicas da bacia.

Por outro lado, o mapa da Figura 4B apresenta a situação dos municípios quanto à existência de um **Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB)**. Os dados revelam que 328 municípios já possuem um plano formalizado, enquanto 115 ainda não adotaram essa medida. Além disso, 59 municípios encontram-se em processo de elaboração, e 4 carecem de informações. Observa-se que a cobertura dos planos de saneamento básico é ligeiramente superior à das políticas municipais, o que sugere um avanço progressivo na institucionalização do planejamento setorial. No entanto, a persistência de municípios sem políticas ou planos implementados compromete a eficiência da gestão integrada dos serviços de saneamento e resíduos sólidos.

A comparação entre os dois mapas evidencia que a formulação das políticas municipais não ocorre de maneira homogênea, gerando um cenário desigual dentro da BHSF. A ausência de instrumentos normativos e de planejamento em algumas localidades representa um entrave para a gestão sustentável dos resíduos sólidos e demais componentes do saneamento, dificultando a mitigação dos impactos ambientais e sociais decorrentes da destinação inadequada de resíduos.

Assim, a ampliação da cobertura das políticas e dos planos municipais se configura como uma prioridade para fortalecer a governança ambiental e garantir maior efetividade na gestão dos serviços públicos essenciais, promovendo melhorias na qualidade de vida da população e na conservação dos recursos naturais da BHSF.

Dando continuidade à análise sobre a gestão de saneamento e resíduos sólidos na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF), os mapas apresentados ilustram a distribuição da implementação das **Políticas Municipais de Resíduos Sólidos (PMRS)** e dos **Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS)** nos municípios da bacia (Figura 5).

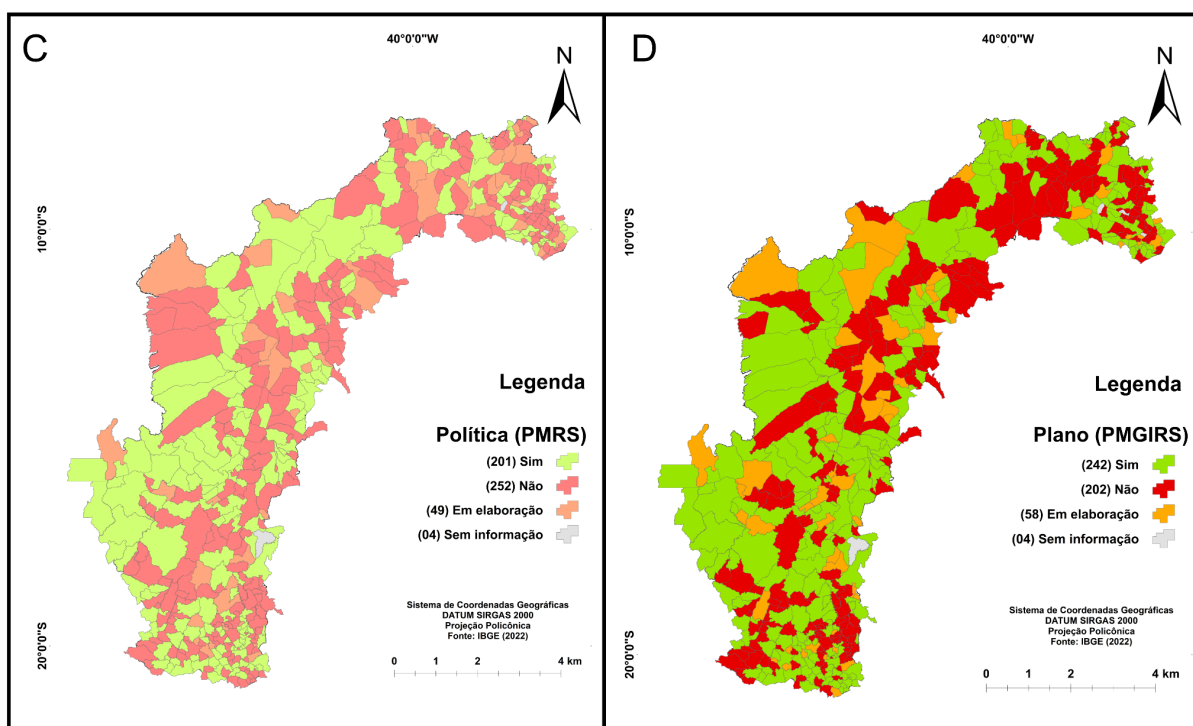


Figura 5. Política (C) e Plano (D) Municipal de Resíduos Sólidos na BHSF.
Fonte: Elaboração própria (2025).

O mapa da Figura 5C evidencia a situação da **Política Municipal de Resíduos Sólidos (PMRS)**, mostrando que apenas **201 municípios** possuem essa política formalmente

estabelecida, enquanto **252 municípios ainda não a implementaram**. Outros **49 municípios** encontram-se em processo de elaboração, e **4 municípios** não possuem informações disponíveis. A predominância de áreas em tons avermelhados e alaranjados destaca a insuficiência da formulação de políticas municipais para o setor de resíduos sólidos, o que compromete a governança ambiental e a eficácia dos serviços públicos essenciais.

Já o mapa da Figura **5D**, referente ao **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS)**, revela que **242 municípios** possuem um plano formalizado, enquanto **202 ainda não dispõem desse instrumento**. Além disso, **58 municípios estão em processo de elaboração** e **4 não apresentam informações disponíveis**. Embora tenha havido um avanço um pouco mais acentuado na política municipal de resíduos sólidos, a falta de planos em um expressivo número de municípios prejudica tanto a estruturação quanto a operacionalização de uma gestão adequada dos resíduos sólidos urbanos.

A comparação entre os mapas evidencia que a governança dos resíduos sólidos na BHSF ainda se encontra em um nível insatisfatório. A falta de políticas públicas estruturadas para o setor impossibilita a formulação de estratégias eficazes para a gestão dos resíduos sólidos urbanos, perpetuando desafios ambientais e sociais, como a destinação inadequada, o descarte irregular e o aumento da poluição. Ademais, a disparidade entre os municípios enfatiza a urgência de iniciativas integradas e políticas de incentivo que visem ampliar a cobertura das políticas e dos planos municipais, assegurando um planejamento mais justo e eficiente na bacia.

Diante desse cenário, torna-se imperativo que os municípios avancem na formulação e implementação de políticas e planos voltados à gestão integrada de resíduos sólidos, promovendo soluções que minimizem os impactos ambientais e ampliem os benefícios sociais, sanitários e econômicos para as populações locais. A gestão sustentável dos resíduos sólidos, alinhada às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos, deve ser considerada um pilar fundamental para a promoção do desenvolvimento sustentável na BHSF.

A análise espacial da gestão dos resíduos sólidos na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF) revela disparidades significativas entre os municípios, tanto no que tange à formulação de políticas e planos municipais quanto à disposição final dos resíduos. Os mapas apresentados na Figura 6, aprofundam essa discussão ao estabelecer uma conexão entre a distribuição geográfica dos municípios e a estruturação do sistema de gestão de resíduos.

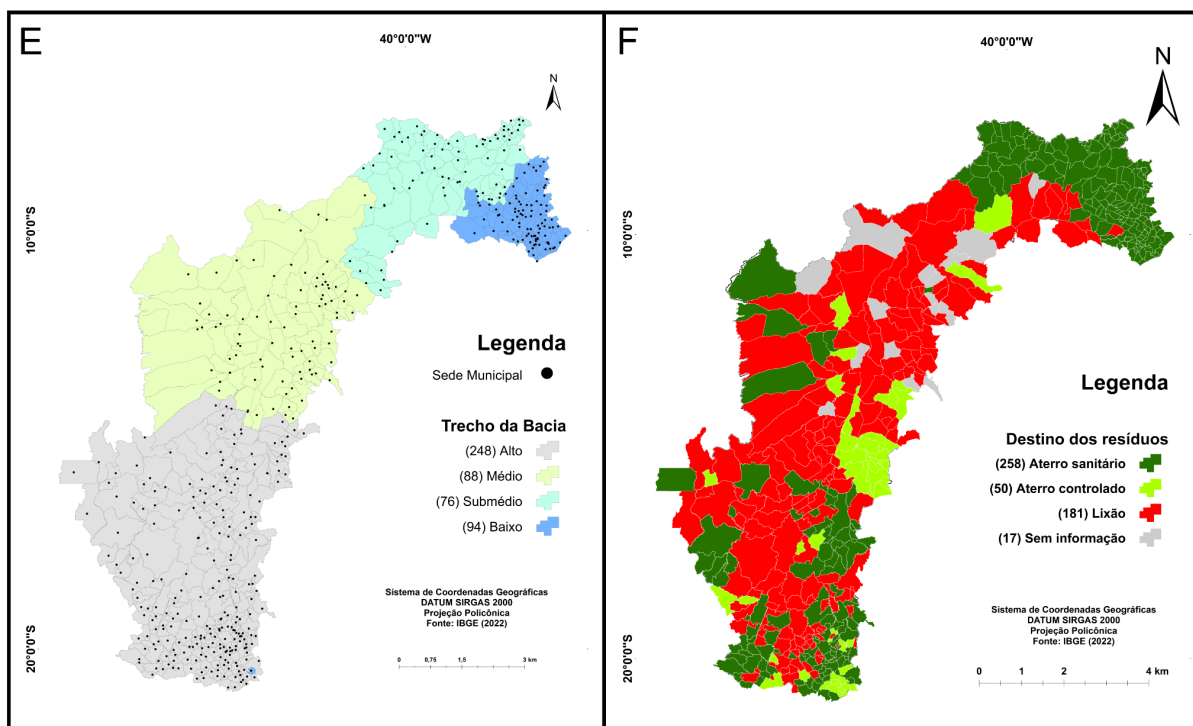


Figura 6. Regiões Fisiográficas (E) e Tipo de destinação dos resíduos (F) na BHSF.

Fonte: Elaboração própria (2025).

O mapa da Figura 6E segmenta a BHSF em quatro grandes trechos: **Alto, Médio, Submédio e Baixo São Francisco**, permitindo uma visão regionalizada da bacia. Essa divisão possibilita a identificação de padrões espaciais no nível municipal, que influenciam diretamente a gestão dos resíduos sólidos. O trecho **Alto São Francisco**, por exemplo, engloba a maior quantidade de municípios e está associado a realidades urbanas e rurais distintas, o que impacta a capacidade institucional e operacional de implementação de políticas públicas no setor de resíduos. Já o trecho **Baixo São Francisco**, por sua vez, apresenta uma distribuição territorial mais concentrada, refletindo desafios específicos, como a vulnerabilidade socioambiental e a menor capacidade técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos.

O mapa da Figura 6F expõe a realidade preocupante da **destinação final dos resíduos sólidos urbanos (RSU)** nos municípios da bacia. Observa-se que **181 municípios ainda destinam seus resíduos a lixões a céu aberto**, prática ambientalmente inadequada e incompatível com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A distribuição dessas áreas, marcadas em vermelho, se concentra de forma expressiva em diversas porções do Médio e Submédio São Francisco, sugerindo que esses trechos da bacia enfrentam desafios estruturais mais severos no que tange à disposição final ambientalmente correta dos resíduos.

Por outro lado, **258 municípios utilizam aterros sanitários**, representados em verde no mapa. Essa distribuição é mais frequente no Alto e Baixo São Francisco, indicando que esses trechos apresentam maior adequação às normas ambientais e, possivelmente, uma melhor estruturação das políticas municipais de gestão de resíduos. No entanto, a predominância dos lixões no restante da bacia demonstra que grande parte dos municípios ainda não conseguiu avançar na erradicação dessa prática, conforme previsto na legislação vigente. Além disso, **50 municípios utilizam aterros controlados**, solução intermediária entre os lixões e os aterros sanitários, mas ainda não ideal do ponto de vista ambiental.

A análise conjunta dos mapas anteriores e deste último reforça a existência de um descompasso entre a formulação das políticas e planos municipais de resíduos sólidos e a efetiva implementação de soluções adequadas para a destinação final dos resíduos. Embora alguns municípios tenham avançado na elaboração de diretrizes normativas, a ausência de infraestrutura adequada e de investimentos em aterros sanitários impede a materialização de uma gestão eficaz e sustentável.

Diante desse panorama, a distribuição geográfica das vulnerabilidades na gestão de resíduos na BHSF evidencia a necessidade de políticas públicas que considerem as especificidades regionais. A implementação de soluções eficazes passa pelo fortalecimento da governança municipal, pela cooperação intermunicipal e pelo desenvolvimento de incentivos financeiros e técnicos para que os municípios consigam superar as limitações estruturais e garantir uma destinação final ambientalmente adequada aos resíduos sólidos urbanos.

A análise integrada da gestão de resíduos sólidos na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF) revela disparidades significativas entre os municípios no que concerne à formulação de políticas e planos municipais, à destinação final dos resíduos e à distribuição geográfica das fragilidades estruturais. O mapa de classificação final (Figura 7) sintetiza a situação da bacia a partir de parâmetros que avaliam o desempenho da gestão municipal de resíduos sólidos urbanos (RSU), permitindo uma compreensão abrangente dos avanços e desafios presentes no território.

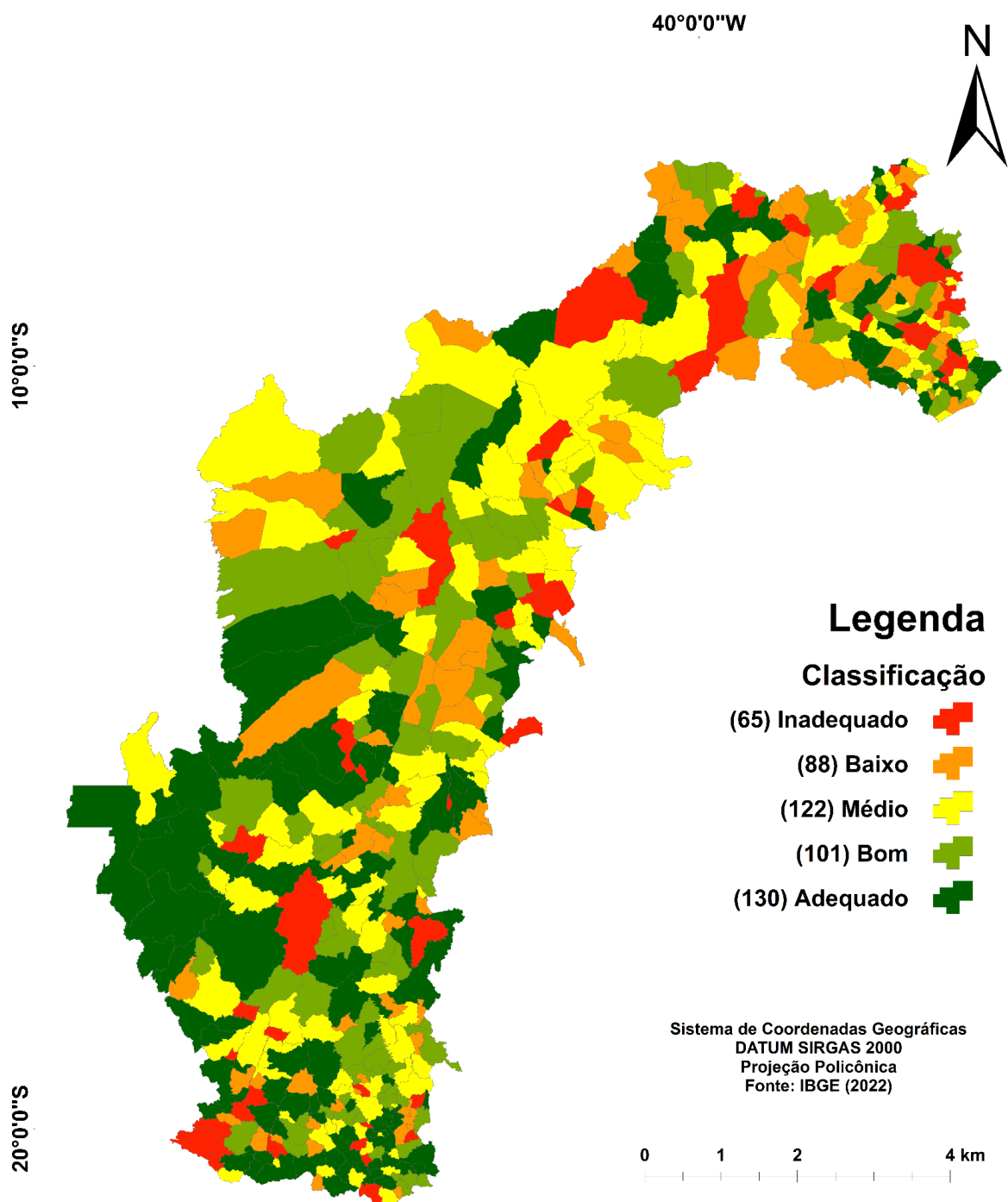


Figura 7. Mapa de classificação matricial do nível de adequação da gestão de RSU dos municípios da BHSF.

Fonte: Elaboração própria (2025).

A distribuição espacial das classes evidencia uma heterogeneidade significativa no desempenho da gestão de resíduos entre os municípios. A categoria considerada mais favorável, classificada como "Adequado", concentra-se principalmente nos trechos do Alto São Francisco e em algumas regiões do Baixo São Francisco, indicando que esses municípios

dispõem de políticas públicas bem estruturadas, planos formalizados e infraestrutura adequada para o manejo dos resíduos, incluindo a destinação final em aterros sanitários devidamente licenciados. Essa configuração sugere um ambiente institucional mais consolidado, com acesso a financiamento e maior capacidade técnica para a implementação das diretrizes estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Em contrapartida, a predominância de municípios classificados como "Inadequado" e "Baixo" nos trechos Médio e Submédio São Francisco revela um cenário de elevada vulnerabilidade ambiental e institucional. Nessas localidades, observa-se a ausência de políticas públicas estruturadas, a deficiência na implementação de planos municipais e a manutenção de lixões a céu aberto como principal forma de destinação dos resíduos, o que acarreta impactos ambientais severos, como a contaminação do solo e dos recursos hídricos, a proliferação de vetores de doenças e a intensificação da poluição atmosférica. Além disso, a carência de investimentos e assistência técnica compromete a adoção de soluções mais sustentáveis, perpetuando um modelo de gestão ineficiente e incompatível com as exigências legais e ambientais contemporâneas.

Os municípios classificados como "Médio" e "Bom" encontram-se em uma posição intermediária nesse espectro, demonstrando avanços na formalização de políticas e na melhoria da infraestrutura de destinação final, mas ainda apresentando fragilidades que limitam a plena conformidade com as diretrizes da PNRS. Muitas dessas localidades enfrentam dificuldades relacionadas à logística da coleta seletiva, à baixa capacidade de fiscalização ambiental e à necessidade de aprimoramento dos sistemas de monitoramento. A distribuição dessas categorias de desempenho ao longo da bacia sugere que, embora alguns municípios tenham avançado na estruturação da gestão dos resíduos sólidos, a transição para um modelo mais sustentável e equitativo ainda enfrenta barreiras estruturais e institucionais significativas.

O panorama evidenciado pela análise espacial dos municípios da BHSF reforça a necessidade de uma abordagem diferenciada na formulação de políticas públicas para a gestão de resíduos sólidos. A superação das desigualdades regionais exige a implementação de estratégias que considerem as especificidades socioeconômicas e ambientais de cada município, promovendo incentivos à formalização de políticas públicas, capacitação técnica e investimentos em infraestrutura adequada para a destinação final dos resíduos. A governança ambiental da bacia deve ser fortalecida por meio da cooperação intermunicipal e de

mecanismos de financiamento que viabilizem a erradicação dos lixões e a ampliação do uso de aterros sanitários e soluções tecnológicas compatíveis com as exigências da sustentabilidade.

O desafio central reside na adoção de um planejamento territorial integrado, capaz de contemplar a totalidade dos municípios da bacia e assegurar a efetividade das diretrizes da PNRS. A resiliência ambiental da BHSF depende da superação das fragilidades identificadas, da ampliação da cobertura de políticas e planos municipais e da implementação de soluções inovadoras para a gestão de resíduos. O avanço nessa agenda representa não apenas uma condição essencial para a sustentabilidade ambiental e sanitária da bacia, mas também um imperativo para a promoção do desenvolvimento regional equilibrado e socialmente inclusivo.

A incorporação de uma análise geoestatística baseada em **Cold Spots** e **Hot Spots** à avaliação da gestão dos resíduos sólidos urbanos na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF) permite uma interpretação espacial mais refinada dos padrões de distribuição da infraestrutura, das políticas públicas e das vulnerabilidades municipais. Essa abordagem possibilita a identificação de agrupamentos estatisticamente significativos, permitindo que gestores públicos e tomadores de decisão priorizem ações estratégicas para otimizar a gestão dos resíduos na bacia. A Figura 8 apresenta a delimitação dos Cold Spots e Hot Spots com diferentes níveis de confiança estatística, indicando regiões onde há concentração de padrões diferenciados de desempenho na gestão de resíduos.

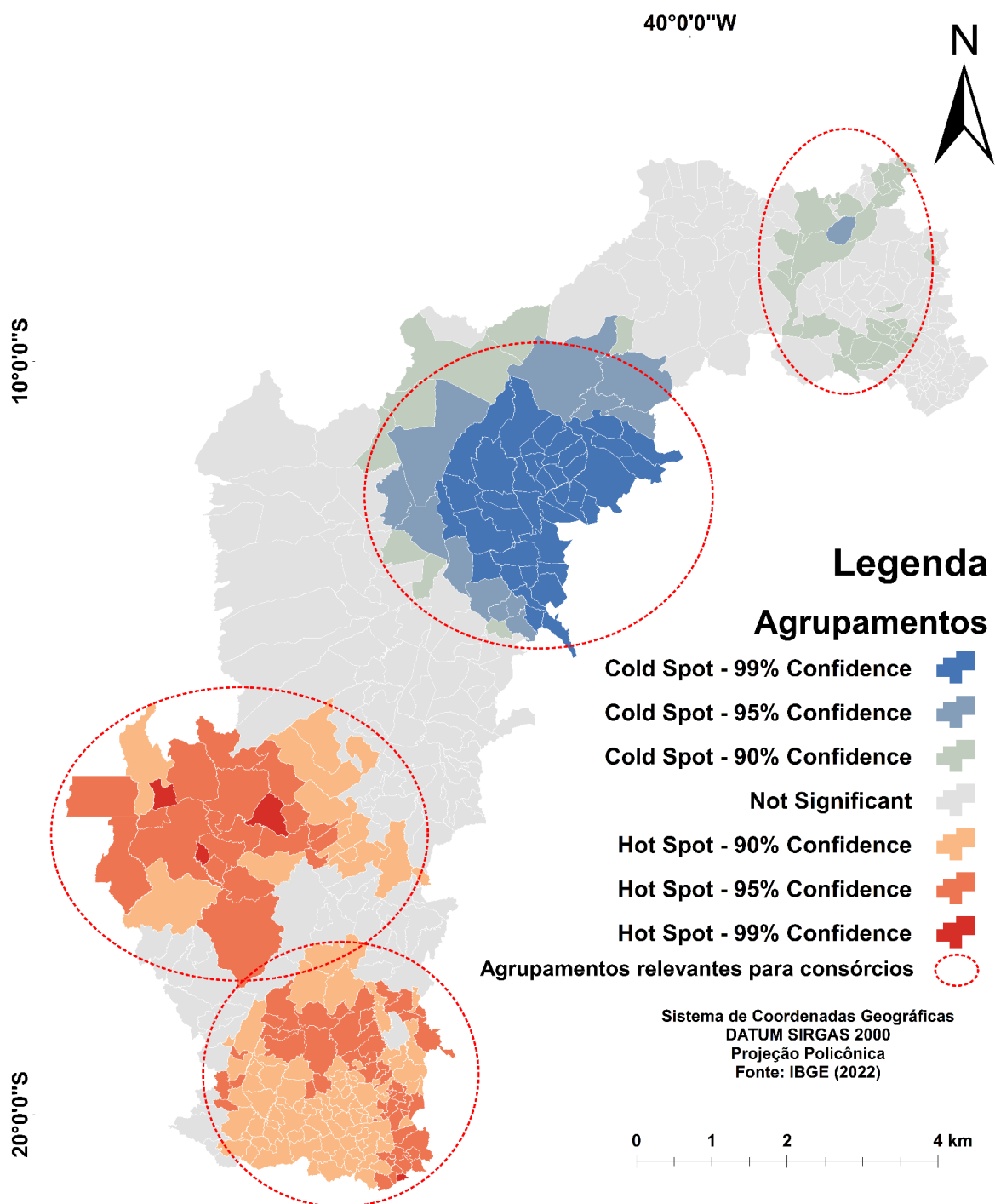


Figura 8. Mapa do nível de adequação da gestão de RSU dos municípios da BHSF com base em Cold Spots e Hot Spots.

Fonte: Elaboração própria (2025).

Os **Cold Spots**, representados em tons de azul, correspondem a áreas onde os municípios apresentam desempenho significativamente inferior na gestão de resíduos sólidos. Essa tendência é observada principalmente na região central da bacia, abrangendo municípios do **Médio e Submédio São Francisco**, onde a implementação de políticas municipais, a

estruturação de planos e a destinação final adequada dos resíduos são mais precárias. A correlação entre esses Cold Spots e os municípios anteriormente classificados como "Inadequado" ou "Baixo" reforça a evidência de que essas regiões enfrentam desafios estruturais severos, incluindo a ausência de aterros sanitários, a predominância de lixões e a escassez de investimentos públicos para mitigar esses problemas.

Por outro lado, os **Hot Spots**, indicados em tons de vermelho e laranja, destacam municípios que apresentam desempenho estatisticamente superior em relação à gestão de resíduos sólidos. Esses agrupamentos concentram-se principalmente em regiões do **Alto e Baixo São Francisco**, onde há maior presença de municípios classificados como "Adequado" ou "Bom" nas análises anteriores. Esses municípios tendem a contar com políticas públicas mais consolidadas, infraestrutura adequada para a destinação final dos resíduos e maior capacidade institucional para promover avanços na gestão ambiental.

A sobreposição dos agrupamentos estatísticos com as classificações previamente discutidas permite inferir que os Cold Spots representam áreas prioritárias para a implementação de políticas de mitigação, requerendo investimentos estruturais e apoio técnico para a transição para modelos de gestão mais sustentáveis. Já os Hot Spots indicam municípios que podem servir como referência para a disseminação de boas práticas, sendo potenciais centros de inovação e de compartilhamento de soluções intermunicipais.

Além disso, a Figura 8 destaca **agrupamentos relevantes para consórcios intermunicipais**, indicando a viabilidade de estratégias cooperativas para enfrentar desafios comuns na gestão de resíduos. A criação de consórcios entre municípios que compartilham as mesmas fragilidades pode ser uma alternativa eficaz para superar limitações financeiras e técnicas, permitindo a construção de infraestrutura conjunta, a otimização dos serviços de coleta e disposição final e o fortalecimento da governança ambiental regional.

A análise geoestatística evidencia que a desigualdade na gestão de resíduos sólidos na BHSF não é aleatória, mas sim resultado de processos estruturais e históricos que influenciaram a capacidade dos municípios de implementar soluções adequadas. Diante desse cenário, políticas públicas orientadas por essa espacialização dos desafios podem ser mais eficientes ao concentrar esforços nos Cold Spots e ao utilizar os Hot Spots como modelos de referência para a replicação de boas práticas. A abordagem intermunicipal e a regionalização da gestão, aliadas ao uso de ferramentas estatísticas avançadas, configuram estratégias

fundamentais para o aprimoramento da governança dos resíduos sólidos urbanos na bacia, promovendo um desenvolvimento ambientalmente sustentável e socialmente equitativo.

Os municípios que não apresentam significância estatística na análise geoestatística, representados em tons neutros no mapa, configuram um grupo que demanda atenção prioritária na gestão de resíduos sólidos. Embora não estejam incluídos nos Cold Spots ou Hot Spots, essa condição pode indicar uma situação de vulnerabilidade socioambiental difusa e estrutural, caracterizada pela ausência de padrões bem definidos de gestão, seja por falta de infraestrutura adequada, ausência de políticas públicas efetivas ou dificuldades operacionais na destinação final dos resíduos. A ausência de agrupamento estatístico pode refletir um cenário de instabilidade institucional, onde os municípios enfrentam desafios crônicos sem apresentarem características homogêneas que permitam sua inclusão em agrupamentos estatisticamente relevantes.

Essa condição os torna ainda mais suscetíveis a problemas ambientais, como a contaminação do solo e da água por disposição inadequada de resíduos, e sociais, incluindo impactos na saúde pública decorrentes da proliferação de vetores de doenças. Assim, a ausência de significância estatística não deve ser interpretada como um indicativo de estabilidade, mas sim como um alerta para a necessidade de um olhar diferenciado e de políticas públicas específicas que possibilitem a inserção desses municípios em estratégias regionais mais eficazes de gestão de resíduos sólidos urbanos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo sobre a gestão de RSU na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF) apresenta uma conjuntura complexa e diversificada, enfatizando a inter-relação entre as políticas de saneamento e a gestão de resíduos. A avaliação dos mapas elaborados pela metodologia matricial possibilitou a identificação das circunstâncias de governança a nível municipal, destacando tanto as potencialidades quanto às vulnerabilidades da bacia.

Os mapas apresentam a dispersão dos municípios quanto à adequação na gestão de resíduos sólidos e de saneamento, classificando-os nas categorias "Adequado", "Bom", "Médio", "Baixo" e "Inadequado". Essa categorização demonstra que, apesar de certos municípios possuírem políticas e planos implementados e destinação adequada de resíduos sólidos, uma fração considerável ainda necessita de orientações específicas e planejamento estratégico. A falta de Planos Municipais de Gestão Integrada Resíduos Sólidos (PMGIRS) e

Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) em vários municípios aponta de maneira evidente para as deficiências presentes na administração desses serviços.

Ademais, as informações indicam a premente necessidade de reforçar a articulação entre as diversas esferas governamentais e incentivar a inclusão de municípios em consórcios intermunicipais. Essa estratégia colaborativa é essencial para a otimização de recursos, a troca de boas práticas e implementação de soluções mais eficientes para a adequada destinação dos resíduos.

Considerando o cenário encontrado, sugere-se que pesquisas futuras foquem em: **a) Desenvolvimento de estratégias integradas:** Promover a colaboração entre os municípios, de modo a compartilhar experiências e recursos na gestão de RSU; **b) Capacitação técnica:** Investir na formação de gestores públicos, permitindo que estes consigam elaborar e implementar políticas eficientes e sustentáveis; **c) Monitoramento contínuo:** Instituir sistemas de monitoramento que possibilitem a avaliação periódica da eficácia das políticas adotadas e do cumprimento das metas estabelecidas; **d) Sensibilização da população:** Conduzir campanhas educativas que promovam a conscientização da população sobre a importância da gestão adequada dos resíduos e o papel de cada indivíduo nesse processo.

Em síntese, o aprimoramento da governança ambiental na BHSF é fundamental para assegurar, não apenas a eficácia na gestão dos resíduos sólidos, mas também a promoção do desenvolvimento sustentável na localidade. A continuidade deste estudo pode constituir um alicerce para investigações futuras que tenham como objetivo melhorar a qualidade de vida das comunidades locais e salvaguardar os recursos naturais da bacia.

REFERÊNCIAS

ABREMA. (2024). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2024**. Disponível em: <<https://www.abrema.org.br/panorama/>>. Acesso em: 08 jan. 2025.

AGARWAL, Chetan. (2002). **A review and assessment of land-use change models: dynamics of space, time, and human choice**.

BAXTER, Jamie; EYLES, John. (1997). Evaluating qualitative research in social geography: establishing 'rigour' in interview analysis. **Transactions of the Institute of British Geographers**, v. 22, n. 4, p. 505-525.

BRASIL. (2007). **Lei Federal nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União, Brasília, DF.

BRASIL. (2010). **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 de agosto de 2010.

CARVALHO, Andreza Tacyana Felix. (2020). Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 42, p. 140-161.

CASTRO, C. N. de; PEREIRA, C. N. (2019). **Revitalização da bacia hidrográfica do rio São Francisco: histórico, diagnóstico e desafios**. Brasília: IPEA. 366 p. ISBN: 978-85-7811-351-3.

CBHSF. (2024). **A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**. Rio de Janeiro: Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/>. Acesso em: 10 out. 2024.

FOTHERINGHAM, A. Stewart; CHARLTON, Martin; BRUNSDON, Chris. (2000). **Quantitative geography: perspectives on spatial data analysis**.

FUGII, Gabriel Massao *et al.* (2019). Proposta de um modelo de dinâmica de sistemas aplicado à gestão de resíduos sólidos urbanos domiciliares de Curitiba.

HENGL, Tomislav. (2009). **A practical guide to geostatistical mapping**. Amsterdam, Netherlands: Hengl.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2022). **Estatísticas**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/todos-os-produtos-estatisticas.html>>. Acesso em: jan. 2024.

JAWARNEH, Rana; ABULIBDEH, Ammar. (2024). Geospatial modelling of seasonal water and electricity consumption in Doha's residential buildings using multiscale geographically weighted regression (MGWR) and Bootstrap analysis. **Sustainable Cities and Society**, v. 113, p. 105654.

JIANG, Xin; LI, Guanglong; FU, Wei. (2021). Government environmental governance, structural adjustment and air quality: A quasi-natural experiment based on the Three-year Action Plan to Win the Blue Sky Defense War. **Journal of Environmental Management**, v. 277, p. 111470.

LOUBET, Luciano Furtado. (2011). **Logística Reversa: Responsabilidade Pós-Consumo frente ao direito ambiental brasileiro-Implicações da Lei n. 12.305/2010** [em linha]. 4 mar. 2011.

MAJEWSKA, Justyna; TRUSKOLASKI, Szymon. (2019). Cluster-mapping procedure for tourism regions based on geostatistics and fuzzy clustering: example of Polish districts. **Current Issues in Tourism**, v. 22, n. 19, p. 2365-2385.

MATEUS, Ricardo; BRAGANÇA, Luís. (2011). Sustainability assessment and rating of buildings: Developing the methodology SBToolPT-H. **Building and Environment**, v. 46, n. 10, p. 1962-1971.

NASCIMENTO NETO, Paulo; MOREIRA, Tomás Antonio. (2010). Política nacional de resíduos sólidos-reflexões a cerca do novo marco regulatório nacional. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 15, p. 10-19.

NEWIG, Jens; FRITSCH, Oliver. (2009). Environmental governance: participatory, multi-level—and effective?. **Environmental Policy and Governance**, v. 19, n. 3, p. 197-214.

OKTABEC, Katharina; WILLS, Nadine. (2024). Sustainability scoring tool for real estate according to German and European valuation principles in the purchasing process. **Journal of Property Investment & Finance**, v. 42, n. 5, p. 453-474.

PIRES, Ana; MARTINHO, Graça; CHANG, Ni-Bin. (2011). Solid waste management in European countries: A review of systems analysis techniques. **Journal of Environmental Management**, v. 92, n. 4, p. 1033-1050.

POLI, Giuliano *et al.* (2024). A spatial decision support system for multi-dimensional sustainability assessment of river basin districts: the case study of Sarno river, Italy. **Land Use Policy**, v. 141, p. 107123.

RODRIGUES, A. P. *et al.* (2018). Developing criteria for performance assessment in municipal solid waste management. **Journal of Cleaner Production**, v. 186, p. 748-757.

SANTOS, Eduardo *et al.* (2024). Sustainability Indicators Model Applied to Waste Management in Brazil Using the DPSIR Framework. **Sustainability**, v. 16, n. 5, p. 2192.

SILVA, Carlos. (2014). **Gestão de resíduos sólidos: o que diz a lei**. Editora Trevisan.

SINISA. (2023). **Painéis de Informações do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico - SINISA 2023 - ano referência 2022**. Disponível em: <<https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/sinisa>>. Acesso em: 20 nov. 2024.

SOUSA, Fernando Chagas de Figueiredo *et al.* (2023). Saneamento básico no Brasil: uma abordagem sobre a gestão ambiental e o novo marco legal.

TSAI, Feng-Ming *et al.* (2021). Assessing a hierarchical sustainable solid waste management structure with qualitative information: Policy and regulations drive social impacts and stakeholder participation. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 168, p. 105285.

TSENG, Ming-Lang. (2009). Application of ANP and DEMATEL to evaluate the decision-making of municipal solid waste management in Metro Manila. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 156, p. 181-197. DOI: 10.1007/s10661-008-0477-1.

ZURBRÜGG, Christian; CANIATO, Marco; VACCARI, Mentore. (2014). How assessment methods can support solid waste management in developing countries—a critical review. **Sustainability**, v. 6, n. 2, p. 545-570.

CAPÍTULO 4: ARTIGO 3

ARTIGO 3

TÍTULO: Proposição Teórico-Metodológica para Utilização de “OKR” na Gestão De Resíduos Sólidos Urbanos: Potencialidades na Bacia Hidrográfica Do Rio São Francisco

Theoretical-Methodological Proposal for Implementing OKR in Urban Solid Waste Management: Opportunities in the San Francisco River Watershed

RESUMO

Este artigo propõe a utilização da metodologia OKR (*Objectives and Key Results*) na gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF), uma área de significativa importância socioeconômica e ambiental no Brasil. A gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) constitui um desafio complexo, que abrange diversos agentes e níveis governamentais, demandando estratégias inovadoras para enfrentar obstáculos, tais como a ausência de indicadores precisos e a desconexão entre metas estratégicas e ações operacionais. A metodologia OKR, que foi inicialmente criada no setor privado, é divulgada como um recurso promissor para sincronizar objetivos nítidos e motivadores com resultados-chave que possam ser mensurados, propiciando uma gestão mais ágil, transparente e adaptativa. A pesquisa ressalta a relevância dos indicadores de desempenho, bem como a urgência de políticas públicas integradas para lidar com os desafios ambientais e sociais da Bacia Hidrográfica do São Francisco, incluindo a degradação dos recursos hídricos e a disposição inadequada de resíduos. A implementação do OKR é exemplificada por meio de objetivos e resultados-chave que se encontram alinhados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), indicando que essa abordagem pode potencializar a eficiência operacional, a governança interinstitucional e a participação social na gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). O artigo conclui que o OKR apresenta vantagens expressivas em relação a métodos convencionais, como a Análise do Ciclo de Vida (ACV) e a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (GIRS), em razão de sua flexibilidade e habilidade para realizar ajustes ágeis com base em dados objetivos.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Governança participativa. Indicadores de desempenho. Inovação em políticas públicas. Participação social.

ABSTRACT

This article advocates for the use of the OKR (*Objectives and Key Results*) methodology in the management of urban solid waste (USW) within the São Francisco River Watershed (SFRW), a region of considerable socioeconomic and environmental significance in Brazil. The management of Urban Solid Waste (USW) is a multifaceted challenge, engaging several stakeholders and governmental tiers, necessitating new ways to address issues such as the absence of accurate indicators and the divergence between strategic objectives and operational actions. The OKR methodology, originally developed in the private sector, is advocated as an

effective tool for aligning explicit and inspiring objectives with quantifiable key results, facilitating more agile, transparent, and adaptive management. The study underscores the significance of performance indicators and the necessity for cohesive governmental policies to tackle the environmental and social issues of the São Francisco River Watershed, such as water resource deterioration and improper waste management. The implementation of OKR is demonstrated through objectives and key results aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs), suggesting that this methodology can improve operational efficiency, inter-institutional governance, and social engagement in Urban Solid Waste (USW) management. The article finds that OKR offers substantial benefits compared to traditional methodologies, such as Life Cycle Analysis (LCA) and Integrated Solid Waste Management (ISWM), owing to its adaptability and capacity for rapid modifications based on empirical data.

Keywords: Sustainability. Collaborative governance. Performance metrics. Advancement in public policies. Community engagement.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de políticas públicas voltadas para a gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) caracteriza-se como um processo complexo e multidimensional, que requer a articulação de diversos atores e a integração de múltiplas escalas governamentais. Esse processo é fundamental para enfrentar os desafios ambientais, sociais e econômicos decorrentes da gestão inadequada dos resíduos. Conforme apontado por Wu *et al.* (2014), a formulação de políticas públicas eficientes está atrelada à habilidade dos gestores em combinar conhecimentos técnicos, aptidões administrativas e competências políticas para sugerir soluções viáveis e sustentáveis.

No contexto brasileiro, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, estabelece diretrizes voltadas à gestão sustentável de resíduos, englobando a responsabilidade compartilhada entre fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e prestadores de serviços públicos de limpeza urbana (BRASIL, 2010). No entanto, a efetiva implementação dessas políticas continua a enfrentar desafios significativos, tais como a escassez de recursos financeiros, a insuficiência de infraestrutura e a dificuldade de engajamento da população (Santos *et al.*, 2023).

Para assegurar a efetividade das políticas, os gestores devem possuir conhecimento analítico, administrativo e político, além de habilidades para executar as atividades de formulação e avaliação. Ao adotar essa abordagem, elevam-se as chances de que as propostas submetidas aos responsáveis pela tomada de decisões sejam bem-sucedidas e não contribuam para a deterioração da situação (Wu, *et al.*, 2014).

Com o intuito de facilitar a elaboração de políticas públicas, os indicadores de sustentabilidade funcionam como instrumentos de mensuração, destinados a analisar o desempenho de processos, políticas ou práticas à luz dos princípios da sustentabilidade. A criação de indicadores de sustentabilidade (desempenho) voltados para a gestão de RSU exerce um papel primordial ao fornecer diretrizes essenciais para a tomada de decisões em diferentes contextos. Tais indicadores permitem transformar dados estratégicos em percepções significativas para a gestão de RSU, além de evidenciar aspectos da interação entre a sociedade e o meio ambiente (Pereira, Curi e Curi, 2018a; Ugalde, 2010; Jucá, Barbosa e Sobral, 2020).

Nesse cenário, a adoção de metodologias inovadoras de planejamento estratégico, como o OKR, sigla para *Objectives and Key Results* (Objetivos e Resultados-Chave, em português), pode representar uma alternativa promissora para a superação desses desafios. Conforme afirmado por Doeer (2019), o OKR constitui um instrumento de gestão que combina a definição de objetivos claros e inspiradores com a mensuração de resultados-chave específicos e mensuráveis, permitindo uma abordagem mais ágil e adaptativa. Originalmente concebido no setor privado, o OKR tem se revelado uma ferramenta eficiente para alinhar objetivos organizacionais com resultados mensuráveis, favorecendo assim uma maior clareza e engajamento entre os envolvidos.

A escolha da metodologia OKR como uma inovação no planejamento estratégico na gestão de RSU se justifica pela sua capacidade de alinhar esforços em torno de objetivos comuns, fomentar a transparência e a *accountability*, além de possibilitar ajustes rápidos fundamentados em dados concretos. Além disso, o OKR pode facilitar a integração entre diferentes níveis de governo e atores envolvidos na gestão, favorecendo uma governança mais colaborativa e eficiente (Filho, 2021).

Neste estudo, a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF) foi escolhida como unidade territorial, considerando a sua relevância como unidade fundamental de planejamento. Conforme afirmam Castro e Pereira (2019), as bacias hidrográficas, devido a sua característica integradora, refletem a interconexão dos processos ambientais e sociais, nos quais eventos ocorridos a montante exercem influência direta sobre as condições a jusante.

A BHSF destaca-se como uma das mais significativas do Brasil, tanto por sua vasta extensão territorial quanto por sua importância socioeconômica e ambiental. Com uma extensão de cerca de 640.000 km², a bacia engloba sete unidades da federação brasileiras:

Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Goiás e o Distrito Federal, além de atingir porções do território de outros estados. O Rio São Francisco, denominado "Velho Chico", apresenta aproximadamente 2.700 km de extensão, configurando-se como um dos mais destacados cursos d'água do território nacional, exercendo significativa relevância no que tange ao fornecimento de água, à produção de energia elétrica, à irrigação e à navegação (Castro e Pereira, 2019).

Entretanto, a BHSF enfrenta diversos desafios ambientais, tais como a degradação das matas ciliares, a contaminação dos recursos hídricos, a escassez de água durante os períodos de estiagem e os conflitos decorrentes do uso da água (CBHSF, 2024). Os problemas mencionados são intensificados pelas alterações climáticas, pelo crescimento da demanda por recursos hídricos e pela disposição inadequada de resíduos sólidos, o que requer a adoção de políticas públicas integradas e sustentáveis para a gestão da bacia. Conforme destacado por Castro e Pereira (2019) e pelo CBHSF (2024), a recuperação da BHSF é essencial para assegurar a sustentabilidade dos ecossistemas e a qualidade de vida das comunidades que dependem do rio.

A aplicação da metodologia OKR na gestão de RSU representa uma oportunidade para superar limitações tradicionais, tais como a ausência de indicadores precisos e o desalinhamento entre metas estratégicas e ações operacionais. Ademais, a sua adaptabilidade possibilita ajustar-se às especificidades territoriais da bacia hidrográfica do Rio São Francisco. Dessa forma, este estudo tem como objetivo fornecer recomendações pertinentes para a implementação eficiente e eficaz da gestão de RSU nos municípios da BHSF.

ABORDAGENS METODOLÓGICAS NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

A gestão de resíduos sólidos e o saneamento municipal representam desafios estruturais que exigem estratégias inovadoras para assegurar eficiência, sustentabilidade e qualidade de vida à população. A complexidade inerente a esses sistemas impõe a necessidade de modelos de governança que sejam simultaneamente flexíveis e rigorosos, capazes de responder dinamicamente às demandas sociais e ambientais (Anderies, 2014).

Diversos modelos metodológicos têm sido investigados por pesquisadores com o objetivo de aprimorar a eficiência nas práticas de gestão de resíduos sólidos. Os modelos mais relevantes estão representados na tabela 1.

Tabela 1. Principais metodologias empregadas na gestão de RSU.

Hierarquia de Gestão de Resíduos (3Rs, 4Rs ou 5Rs)
Este modelo prioriza a redução na fonte, seguida pela reutilização e reciclagem dos resíduos. A hierarquia pode ser expandida para incluir "Recuperar" e "Dispor" de forma ambientalmente adequada. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) estabelece que deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.
Análise do Ciclo de Vida (ACV)
A ACV avalia os impactos ambientais gerados durante todo o ciclo de vida de uma atividade. Essa metodologia auxilia na identificação de oportunidades para reduzir os impactos ambientais ao longo do ciclo de vida dos serviços e produtos (Dutra, Medeiros e Gianelli, 2019).
Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (GIRS)
A GIRS configura-se como um sistema complexo e dinâmico que engloba a articulação de diversas técnicas e práticas com o propósito de promover o manejo de resíduos de maneira ambientalmente apropriada. Seguí, Rubí e Guerrero (2018) aponta que a GIRS transcende a mera aplicação de metodologias, abarcando uma análise multifacetada que contempla as dimensões econômica e social, visando a otimização da gestão de resíduos em sua integralidade.
Análise de Decisão Multicritério (MCDA)
A MCDA é utilizada para avaliar diferentes alternativas de gestão de resíduos, considerando múltiplos critérios, como custos, impactos ambientais e aceitação social. Sua popularidade se deve principalmente ao fato de ser construída uma estrutura para que as partes interessadas comuniquem seus problemas, estimulem os resultados e cheguem a uma solução, que, por vezes, pode não ser sempre o ideal, mas é baseada num acordo entre as partes interessadas sobre os elementos da estratégia (Soltani <i>et al.</i> , 2015).
Modelo de Avaliação de Sustentabilidade
Este modelo utiliza indicadores para avaliar a sustentabilidade das práticas de gestão de resíduos, considerando dimensões ambientais, econômicas e sociais. Rodrigues <i>et al.</i> (2020) propõem um conjunto de indicadores para identificar o nível de sustentabilidade do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos adotado na Ilha de Cotijuba, pertencente ao estado do Pará.
Modelo de Economia Circular
A economia circular é um modelo sustentável que ajuda a evitar a superexploração dos recursos naturais ao proporcionar reutilização contínua de recursos, transformando resíduos em novos produtos ou matérias-primas, contribuindo assim para gerar menos resíduos e utilizar menos recursos naturais (Herrera <i>et al.</i> , 2023).
Modelo de Desempenho Ambiental

Baseado em normas como a ISO 14001, este modelo foca na melhoria contínua dos processos de gestão de resíduos, estabelecendo padrões e procedimentos para minimizar impactos ambientais (ISO 14001:2015).

Método Delphi

É uma ferramenta de pesquisa qualitativa que visa obter opiniões e informações de especialistas sobre um determinado tema, buscando um consenso para a tomada de decisões ou para a previsão de cenários futuros. Para a gestão de RSU é uma ferramenta auxiliar muito utilizada no processo de tomada de decisão (Moreira, Louzada e Neves, 2022).

Fonte: Elaboração própria (2025).

A aplicação de modelos metodológicos (Tabela 1) tem um grande potencial para a melhoria da gestão de RSU. É essencial entender de que forma a escolha de uma decisão em particular de aprimoramento se adapta às condições locais favoráveis e, posteriormente, impactará no contexto local, a fim de identificar as soluções mais sustentáveis (Zurbrügg *et al.*, 2014).

Para uma abordagem preliminar, a Tabela 2 apresenta o mapeamento de estudos que aplicam métodos de gestão de resíduos sólidos. Foram considerados estudos publicados em teses, dissertações, artigos científicos, relatórios e outras fontes pertinentes nas bibliotecas digitais da Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), SciELO (Scientific Electronic Library Online), Elsevier e Springer, até outubro de 2024, os quais aplicam uma ou mais metodologias nas práticas de gerenciamento de resíduos sólidos.

Tabela 2. Estudos que tratam sobre a gestão de resíduos sólidos e as metodologias correspondentes utilizadas.

Estudo	Metodologia
Coelho, Lange e Coelho (2017)	MCDA, Delphi
Pereira (2018)	MCDA, Delphi
EL Said e Aghezzaf (2018)	GIRS, Modelo de avaliação de sustentabilidade
Pereira, Curi e Curi (2018a)	MCDA, Delphi
Pereira, Curi e Curi (2018b)	MCDA, Delphi
Rodrigues <i>et al.</i> (2018)	MCDA, Delphi
Seguí, Rubí e Guerrero (2018)	Economia circular, GIRS, Delphi
Dutra, Medeiros e Gianelli. (2019)	ACV
Pereira e Fernandino (2019)	MCDA, Delphi

Yousefloo e Babazadeh (2019)	GIRS, Modelo de avaliação de sustentabilidade, Delphi
Darmian <i>et al.</i> (2020)	MCDA
Jucá, Barbosa e Sobral (2020)	Modelo de avaliação de sustentabilidade
Rodrigues <i>et al.</i> (2020)	Modelo de avaliação de Sustentabilidade, Delphi
Garcia-Garcia (2022)	MCDA, Delphi
Mahdavi (2022)	ACV
Herrera <i>et al.</i> (2023)	Economia circular
Silva <i>et al.</i> (2023)	Modelo de avaliação de sustentabilidade
Velis <i>et al.</i> (2023)	GIRS

Fonte: Elaboração própria (2025).

O objetivo do levantamento bibliográfico (Tabela 2) foi fundamentar a escolha do modelo empregado neste artigo. Apesar de a metodologia OKR ter sido amplamente aplicada em segmentos como tecnologia da informação e gestão empresarial (Filho, 2021), sua aplicação em setores públicos ainda é incipiente. Pesquisas recentes destacam sua eficácia em iniciativas educacionais e na área da saúde pública, sendo empregada para alinhar metas institucionais com indicadores específicos, com o intuito de aprimorar, no âmbito educacional, o desempenho acadêmico e a retenção de estudantes, ao passo que, na saúde, tem sido utilizada para otimizar processos hospitalares e melhorar a qualidade do atendimento (Silva e Santos, 2024). Contudo, não existem registros relevantes de sua aplicação na gestão ambiental ou na gestão de RSU.

A metodologia OKR foi desenvolvida na década de 1970 por Andrew Grove, um dos cofundadores da Intel, como uma evolução do sistema de gerenciamento por objetivos. Posteriormente, foi popularizada por John Doerr, que a implementou em organizações como o Google, tornando-se amplamente utilizada em empresas como LinkedIn, Spotify e Amazon, onde se consolidou como uma das principais ferramentas de gestão (Doerr, 2019).

Conforme Doerr (2019), o OKR é uma metodologia de gestão que auxilia na garantia de que os esforços sejam direcionados às mesmas questões relevantes em toda a organização. Segundo o autor, um **Objetivo (O)** é o que deve ser alcançado. “Os objetivos são significativos, concretos, orientados por ações e, de maneira ideal, inspiradores”. E complementa que os **Resultados-Chave (KR)** “estabelecem e monitoram como chegamos ao objetivo”. Para Filho (2021), os OKRs “são uma metodologia para a Gestão do Desempenho

da Organização. Não é uma ferramenta somente para a geração de uma lista de objetivos”. Essa abordagem promove foco, alinhamento organizacional e transparência (Doerr, 2019; Filho, 2021).

A metodologia OKR surge como uma alternativa altamente eficaz para transformar a forma como os municípios planejam, executam e monitoram suas políticas públicas nesse setor (Muniz *et al.* 2022). Sua principal contribuição reside na superação da rigidez dos métodos tradicionais de planejamento estratégico, frequentemente baseados em projeções de longo prazo que não permitem ajustes ágeis diante de mudanças de contexto. Ao estabelecer metas claras, associadas a resultados-chave verificáveis e ajustáveis em ciclos curtos, a OKR viabiliza uma gestão mais responsiva, ancorada na análise contínua de dados e na tomada de decisão baseada em evidências (Leso, Cortimiglia e Ghezzi, 2023).

A introdução desse modelo na gestão pública municipal propicia avanços substanciais, especialmente na eficiência dos serviços de resíduos sólidos e saneamento. A fragmentação dos objetivos em etapas de menor duração evita a dispersão de esforços e confere maior previsibilidade ao processo de implementação de políticas. No que tange à gestão de resíduos, a adoção desta metodologia, em tese, poderá permitir que metas como a ampliação da coleta seletiva, a redução da destinação de resíduos para aterros sanitários e o fortalecimento da economia circular sejam acompanhadas de forma precisa e reavaliadas constantemente. Em vez de diretrizes genéricas que frequentemente se perdem em planos extensos e pouco monitoráveis, a OKR assegura que cada ação esteja vinculada a indicadores tangíveis e prazos bem definidos (Vellore, 2022).

Dessa forma, um possível impacto desse novo modelo é a conversão de metas abstratas, como a ampliação da taxa de reciclagem, em resultados quantificáveis, como o aumento do percentual de materiais reutilizados de 25% para 50% ao longo de um ano, possibilitando ajustes ágeis caso as expectativas não sejam cumpridas.

No âmbito do saneamento básico, a flexibilidade conferida pela metodologia possibilita a aceleração da universalização do acesso aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. A aplicação da OKR direciona a gestão pública para a definição de objetivos realistas e monitoráveis, estabelecendo, por exemplo, a ampliação da cobertura da rede de esgoto de 70% para 90% em um horizonte de quatro anos, com avaliações trimestrais para garantir que as metas sejam cumpridas progressivamente (Vellore, 2022). A correção de estratégias a partir de ciclos curtos de revisão impede que falhas persistam por períodos

prolongados, evitando que investimentos sejam desperdiçados em projetos desalinhados com as necessidades reais da população.

A incorporação da metodologia tem o potencial de fortalecer a governança interinstitucional, um dos desafios mais evidentes na gestão dos resíduos sólidos e do saneamento (Webb *et al.* 2010). A execução dessas políticas exige a colaboração de múltiplos agentes, incluindo prefeituras, concessionárias de serviços, consórcios intermunicipais, cooperativas de reciclagem e órgãos de fiscalização ambiental.

O modelo OKR, ao estabelecer diretrizes transparentes e compartilhar métricas de desempenho entre todos os atores envolvidos, promove maior alinhamento entre as instâncias responsáveis, mitigando conflitos administrativos e tornando mais eficaz a distribuição de responsabilidades (Lewrick, 2023). A clareza dos objetivos e a definição de indicadores comuns fomentam um ambiente de cooperação, no qual o progresso das ações pode ser acompanhado coletivamente, garantindo maior accountability e engajamento dos diferentes setores.

É importante destacar que a escolha da metodologia OKR é inovadora frente a outras já utilizadas no contexto de gestão de resíduos sólidos (Tabelas 1 e 2). A definição do método e a construção de indicadores são processos essenciais para avaliar o progresso, o impacto e a eficácia da gestão de resíduos sólidos. No entanto, existem algumas fragilidades e limitações que podem comprometer a qualidade e a aplicabilidade de métodos e indicadores. A seguir, são apresentadas algumas das principais:

- a) **Dificuldade na coleta de dados:** a coleta de dados é um passo crucial na criação de indicadores. Se os dados não estiverem disponíveis, não forem confiáveis ou forem difíceis de coletar, os indicadores podem ser imprecisos ou irrelevantes (Wu *et al.*, 2014). É importante garantir que os dados sejam coletados de forma consistente e que sejam relevantes para os objetivos da política de gestão de resíduos sólidos.
- b) **Desafios Institucionais:** características profundamente enraizadas no contexto que dificultam a adoção de algumas opções de políticas públicas, como legislação, diferentes níveis de governo (União, Estados e Municípios) e procedimentos operacionais-padrão em organizações burocráticas (Wu *et al.*, 2014). Tais características podem afetar todo e qualquer modelo ou indicador escolhido.
- c) **Seleção de especialistas:** a qualidade e a representatividade dos resultados dependem diretamente dos especialistas selecionados para participar do processo, o que pode gerar

resultados enviesados. Além disso, os especialistas podem ter diferentes níveis de envolvimento com o processo, o que afeta a qualidade das respostas. Tal característica afeta principalmente o método Delphi.

- d) **Falha nos ciclos de feedback:** o sucesso do método depende do ciclo de feedback entre as rodadas de perguntas e respostas. Caso esse ciclo não seja bem gerido, com feedbacks claros e objetivos, o consenso pode não ser alcançado de forma eficaz. Além disso, os especialistas podem se sentir pressionados a concordar com a maioria, o que pode levar a um consenso artificial. Tal característica afeta principalmente o método Delphi.
- e) **Custo e Tempo:** a metodologia pode ser demorada e dispendiosa, especialmente quando envolve várias rodadas de consultas e um grande número de especialistas, o que afeta diretamente o método Delphi; bem como várias rodadas para construção de indicadores, o que afeta todos os outros modelos citados (Hierarquia de Gestão de Resíduos, ACV, GIRS, MCDA, Modelo de Avaliação de Sustentabilidade, Modelo de Economia Circular, Modelo de Desempenho Ambiental).

Embora o potencial do OKR seja significativo para fomentar o alinhamento estratégico e eficiência operacional, observa-se uma evidente deficiência na literatura a respeito da sua aplicação no contexto ambiental. Modelos tradicionais, como a Hierarquia dos 3Rs e a Análise do Ciclo de Vida, têm sido amplamente explorados na gestão de RSU (Dutra, Medeiros e Gianelli, 2019; Seguí, Rubí e Guerrero, 2018), no entanto, estes carecem da flexibilidade e do foco estratégico proporcionados pelo OKR. Dessa forma, este estudo busca suprir essa deficiência ao sugerir a utilização do OKR como uma ferramenta inovadora para construir indicadores que otimizem a gestão de RSU.

MÉTODO DE PESQUISA

Neste estudo, a metodologia OKR será utilizada como ferramenta para desenvolver indicadores de gestão de resíduos sólidos na bacia hidrográfica do rio São Francisco (BHSF). Para ilustrar o processo de construção de indicadores fundamentados na metodologia OKR, será considerada como referência a aplicação dessa metodologia realizada por Doerr (2019) no segmento de tecnologia da informação, no qual o OKR tem sido amplamente utilizado para melhorar a eficiência operacional e a fomentar a inovação. O procedimento avança por meio das etapas a seguir:

1. **Definição dos Objetivos (O):** Os objetivos devem ser definidos de maneira clara, inspiradora e alinhados com as prioridades estratégicas da gestão de resíduos sólidos.

Um exemplo de objetivo poderia ser "Aumentar em 50% a coleta seletiva na BHSF nos próximos dois anos".

2. **Estabelecimento dos Resultados-Chave (KR):** Os resultados-chave consistem em indicadores quantitativos que avaliam o avanço em direção aos objetivos estabelecidos. Um exemplo de KR poderia ser "Elevar a quantidade de domicílios atendidos pela coleta seletiva de 20% para 70% até o término de 2030".
3. **Monitoramento e Avaliação:** Os resultados-chave devem ser verificados de forma periódica, por meio de ciclos de avaliação curtos (trimestrais ou semestrais), permitindo ajustes rápidos com base no desempenho observado.
4. **Feedback e Revisão:** O ciclo de feedback é essencial para assegurar que os objetivos e resultados-chave permaneçam relevantes e alinhados com as necessidades da gestão de resíduos sólidos. Isso envolve a revisão periódica dos indicadores e a realização de ajustes conforme necessário.
5. **Comunicação e Transparência:** É imprescindível que os objetivos e resultados-chave sejam divulgados de forma clara e transparente a todos os atores envolvidos, a fim de fomentar o engajamento e a colaboração.

Com o intuito de ilustrar de maneira sistematizada, a Figura 1 apresenta as etapas requeridas para a implementação da metodologia OKR na definição de seus objetivos e resultados-chave. A ilustração gráfica tem como objetivo promover a compreensão do processo, ressaltando a sequência lógica e interligada das etapas participantes, desde a formulação dos objetivos estratégicos até a avaliação dos resultados obtidos.

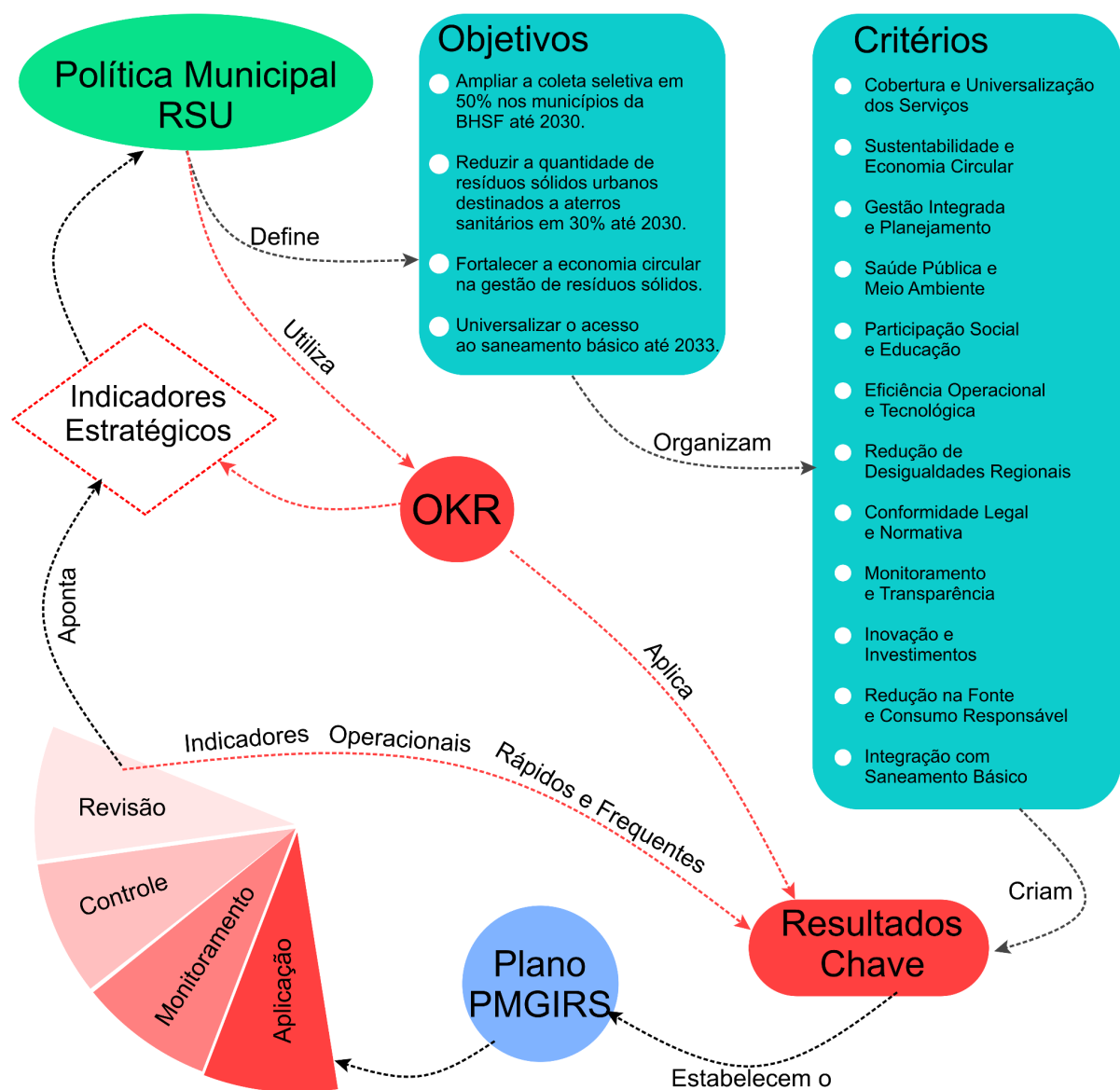


Figura 1. Fluxograma das etapas da metodologia OKR para a gestão de RSU.

Fonte: Elaboração própria (2025).

A Figura 1, assim, atua como um recurso visual para a implementação prática da metodologia, facultando a organizações e gestores entenderem, de maneira clara e objetiva, a forma de converter suas ambições estratégicas em resultados concretos e mensuráveis. A abordagem estruturada é fundamental para garantir que os objetivos sejam não somente arrojados, mas também viáveis e em consonância com as capacidades e recursos disponíveis, como enfatizado por Kaplan e Norton (1996) em suas reflexões sobre a relevância do alinhamento estratégico na gestão organizacional.

A aplicação da metodologia na gestão pública municipal exige uma mudança na forma como as políticas são planejadas, priorizando a mensuração de resultados concretos em detrimento de projeções vagas e de difícil monitoramento.

O primeiro passo consiste na formulação de objetivos estratégicos claros, alinhados às necessidades do município e comunicados de maneira acessível. O segundo aspecto essencial é o estabelecimento de critérios bem definidos e detalhados, os quais criam resultados-chave verificáveis, garantindo que cada objetivo seja desdobrado em indicadores precisos e prazos ajustáveis. Finalmente, a revisão contínua dos dados coletados ao longo dos ciclos curtos de avaliação possibilita que decisões sejam recalibradas com base no desempenho efetivo das ações implementadas.

A adoção da metodologia OKR nos municípios brasileiros pode representar um divisor de águas na governança da gestão de resíduos sólidos e saneamento. Ao substituir abordagens engessadas por um modelo dinâmico, pautado na adaptação contínua e na priorização de metas verificáveis, os gestores públicos passam a contar com uma ferramenta de planejamento que combina rigor técnico e flexibilidade operacional.

Um possível resultado é a contribuição para uma gestão mais eficiente, transparente e comprometida com a entrega de benefícios concretos à população. Em um cenário de crescente demanda por soluções sustentáveis e inclusão social, a aplicação desse modelo pode permitir que as cidades avancem rumo a sistemas mais resilientes, equitativos e ambientalmente responsáveis.

ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO SOBRE A APLICAÇÃO DO OKR NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Com base no Plano Nacional de Resíduos Sólidos - PLANARES (BRASIL, 2022), no Plano Nacional de Saneamento Básico - PLANSAB (BRASIL, 2013) e nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS (ONU, 2015), é viável identificar determinados objetivos e resultados-chave relacionados à gestão de RSU. A relação da Tabela 3 tem como objetivo ilustrar a aplicação da metodologia OKR na construção de indicadores voltados à gestão de resíduos sólidos.

Tabela 3. Relação de Objetivos (O), Resultados-chave (KR) e suas respectivas correspondências com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Objetivo 1: Ampliar a coleta seletiva em 50% nos municípios da BHSF até 2030.
- Resultados-Chave (KR): 1. Aumentar a porcentagem de municípios com coleta seletiva de 20% para 70% até 2030. 2. Implementar programas de educação ambiental em 100% das escolas públicas até 2030. 3. Reduzir em 20% a quantidade de resíduos destinados a aterros sanitários até 2030. - ODS Correspondente: ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) – Meta 12.5: "Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso."
Objetivo 2: Reduzir a quantidade de resíduos sólidos urbanos destinados a aterros sanitários em 30% até 2030.
- Resultados-Chave (KR): 1. Aumentar a taxa de reciclagem de 25% para 50% até 2030. 2. Implementar programas de compostagem em 50% dos municípios da BHSF até 2027. 3. Reduzir em 20% a geração de resíduos per capita até 2030. - ODS Correspondente: ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) – Meta 11.6: "Até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros."
Objetivo 3: Fortalecer a economia circular na gestão de resíduos sólidos.
- Resultados-Chave (KR): 1. Aumentar em 40% o número de cooperativas de reciclagem até 2030. 2. Implementar políticas de logística reversa em 100% das indústrias até 2030. 3. Reduzir em 25% o uso de materiais virgens na produção industrial até 2030. - ODS Correspondente: ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura) – Meta 9.4: "Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos."
Objetivo 4: Universalizar o acesso ao saneamento básico até 2033.
- Resultados-Chave (KR): 1. Aumentar a cobertura de rede de esgoto de 70% para 90% até 2030. 2. Reduzir em 50% o número de municípios sem sistema de tratamento de esgoto até 2030. 3. Implementar sistemas de abastecimento de água em 100% das áreas urbanas até 2033. - ODS Correspondente: ODS 6 (Água Potável e Saneamento) – Meta 6.2: "Até 2030, alcançar o acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos, e acabar com a defecação a céu aberto, com especial atenção para as necessidades das mulheres e meninas e daqueles em situação de vulnerabilidade."

Fonte: Elaboração própria (2025).

A definição de objetivos estratégicos claros e inspiradores constitui um dos pilares da metodologia OKR (Doerr, 2019), podendo exercer um papel crucial na gestão de resíduos sólidos. O objetivo 1 — "Ampliar a coleta seletiva em 50% nos municípios da BHSF até 2030" — é uma proposta que, ao mesmo tempo, é desafiadora e viável, orientando as ações dos gestores públicos, possibilitando o envolvimento da população e servindo como um guia para a implementação de políticas relacionadas à reciclagem e à compostagem. Conforme Doerr (2019), metas claramente estabelecidas precisam ser específicas, quantificáveis, factíveis, significativas e temporais, o que contribui para a comunicação e a harmonização dos esforços. No âmbito da gestão de RSU, estabelecer objetivos precisos é imprescindível para direcionar a distribuição de recursos e a mobilização de esforços nas áreas consideradas prioritárias, como a redução da geração de resíduos e a ampliação da coleta seletiva.

Os resultados-chave (KR) propostos como indicadores específicos são igualmente importantes, pois podem permitir o monitoramento do avanço em direção aos objetivos de forma precisa e objetiva. No exemplo, o Resultado-Chave 1.1 — "Aumentar a porcentagem de municípios com coleta seletiva de 20% para 70% até 2030" — pode oferecer uma métrica precisa para mensurar a eficácia das políticas adotadas. De acordo com Filho (2021), os resultados essenciais precisam ser desafiadores, todavia factíveis, de modo a permitir que os gestores monitorem o avanço e efetuem correções quando necessário. No contexto da gestão de RSU, a estipulação de resultados-chave específicos, como a diminuição da quantidade de resíduos encaminhados a aterros sanitários ou o incremento da taxa de reciclagem, é fundamental para poder assegurar a responsabilidade e a transparência nas políticas públicas.

A conexão entre os objetivos e os resultados-chave apresentados e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU (2015) visa ressaltar a relevância de uma estratégia integrada e abrangente para a gestão de resíduos sólidos. O Objetivo 1, por sua vez, alinha-se ao ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), cuja meta consiste em diminuir a geração de resíduos por meio de estratégias de prevenção, redução, reciclagem e reutilização. Analogamente, o Objetivo 4 — "Universalizar o acesso ao saneamento básico até 2033" — encontra-se intimamente associado ao ODS 6 (Água Potável e Saneamento), que tem como finalidade assegurar o acesso universal a serviços de saneamento e higiene. Esse alinhamento não apenas possui a capacidade de reforçar a relevância das políticas públicas, como também pode possibilitar a ligação com iniciativas internacionais e a captação de recursos para sua execução.

Ao tratar da aplicabilidade da metodologia OKR na BHSF, é importante ressaltar que a gestão municipal desempenha um papel primordial na execução de políticas públicas eficientes relacionadas à gestão de RSU. Nesse cenário, a deliberação e a estipulação de metas bem definidas, alinhados às necessidades locais, tornam-se fundamentais quando se visa garantir a eficácia das intervenções e a perenidade dos sistemas de gestão de resíduos na BHSF. A gestão municipal, por representar o nível governamental mais próximo da comunidade, detém a habilidade de reconhecer as particularidades locais, os desafios específicos e as oportunidades de aprimoramento na gestão de resíduos, o que a torna fundamental para a elaboração de indicadores sólidos e contextualizados.

Algumas vantagens podem ser associadas à metodologia OKR ao serem contrastadas com metodologias tradicionais, como a Análise do Ciclo de Vida (ACV) ou a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (GIRS), conforme apresentado na Tabela 1. Embora a ACV e a GIRS sejam frequentemente mais estáticas e focadas em processos de longa duração, o OKR possibilita uma abordagem mais flexível e adaptativa, caracterizada por ciclos de avaliação curtos e ajustes rápidos, conforme ilustrado na Tabela 3. Entretanto, os OKRs apresentam algumas desvantagens, como a exigência de uma coleta de dados confiável e a dependência de um ciclo de feedback bem gerido no nível dos gestores para assegurar o êxito da metodologia (Wu *et al.*, 2014).

A definição de metas mediante a gestão municipal pode viabilizar a criação de políticas públicas que levem em conta as particularidades socioeconômicas, ambientais e institucionais de cada região. Ademais, tal abordagem pode favorecer a integração entre os diversos níveis de governo, estimulando a cooperação federativa e a articulação de ações entre a União, estados e municípios. diante dessa perspectiva, este estudo apresenta uma relação de objetivos (Tabela 4), que está alinhada às diretrizes nacionais de saneamento básico e gerenciamento de resíduos sólidos, além de estar em consonância com os ODS (ONU, 2015). Os objetivos mencionados precisam ser empregados como indicadores para a gestão de resíduos sólidos, sendo elaborados de modo a atender não somente as metas em níveis nacional e internacional, mas também as necessidades e prioridades regionais da BHSF, assegurando, dessa forma, que as políticas públicas sejam eficazes e inclusivas.

Tabela 4. Relação de objetivos indispensáveis para a construção de indicadores para gestão de RSU na BHSF.

Critério	Objetivo
Objetivos Relacionados à Cobertura e Universalização dos Serviços	• Ampliar a cobertura da coleta regular de resíduos sólidos urbanos (RSU). • Garantir a cobertura de coleta seletiva em domicílios e áreas rurais. • Universalizar o acesso a sistemas adequados de destinação final de resíduos (aterros sanitários). • Promover a cobertura de saneamento básico em áreas atendidas por coleta de RSU.
Objetivos Relacionados à Sustentabilidade e Economia Circular	• Aumentar o índice de reciclagem de resíduos secos (plástico, vidro, papel, metal). • Fomentar o reaproveitamento de resíduos orgânicos por meio de compostagem. • Promover o aproveitamento energético de resíduos (biogás de aterros e ETEs). • Reduzir a quantidade de resíduos enviados para lixões e aterros inadequados. • Incentivar a logística reversa e o reaproveitamento de materiais recicláveis.
Objetivos Relacionados à Gestão Integrada e Planejamento	• Fortalecer a integração entre planos municipais de RSU e saneamento básico. • Promover a gestão consorciada de resíduos sólidos entre municípios. • Implementar sistemas de logística reversa em todos os municípios. • Elaborar e atualizar planos municipais e regionais de gestão integrada de resíduos sólidos.
Objetivos Relacionados à Saúde Pública e Meio Ambiente	• Erradicar lixões e promover a destinação adequada de resíduos. • Reduzir a evasão de resíduos em rios e corpos d'água. • Garantir o tratamento adequado de resíduos perigosos e hospitalares. • Minimizar os impactos ambientais e de saúde pública relacionados ao manejo inadequado de resíduos.

Objetivos Relacionados à Participação Social e Educação	• Fortalecer a participação social na gestão de resíduos (conselhos ativos). • Implementar ações educativas sobre resíduos sólidos em municípios. • Promover a inclusão de catadores e cooperativas na gestão de resíduos. • Aumentar a transparência na gestão dos serviços de RSU.
Objetivos Relacionados à Eficiência Operacional e Tecnológica	• Melhorar a eficiência operacional dos serviços de coleta de resíduos. • Adotar tecnologias limpas para o tratamento de resíduos. • Aumentar a taxa de aproveitamento energético de resíduos. • Reduzir os custos per capita de coleta e destinação de resíduos.
Objetivos Relacionados à Redução de Desigualdades Regionais	• Priorizar o atendimento a comunidades vulneráveis e áreas rurais. • Reduzir as desigualdades regionais no acesso a serviços de gestão de resíduos. • Promover a justiça socioambiental na distribuição de recursos e investimentos.
Objetivos Relacionados à Conformidade Legal e Normativa	• Cumprir as metas da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010). • Alinhar as ações com o Novo Marco Legal do Saneamento Básico (Lei nº 14.026/2020). • Garantir a conformidade ambiental dos sistemas de resíduos e saneamento.
Objetivos Relacionados ao Monitoramento e Transparência	• Implementar sistemas de monitoramento e avaliação contínua dos indicadores de RSU. • Promover a transparência na gestão dos recursos e serviços de resíduos sólidos. • Garantir a rastreabilidade e comparabilidade dos dados entre municípios e regiões.
Objetivos Relacionados à Inovação e Investimentos	• Fomentar investimentos em inovação para a gestão de resíduos sólidos. • Promover a pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias para o tratamento de resíduos.

	• Aumentar a proporção de investimentos destinados à gestão sustentável de RSU.
Objetivos Relacionados à Redução na Fonte e Consumo Responsável	• Reduzir a geração de resíduos na fonte (indústrias, comércio e domicílios). • Promover o consumo responsável e a produção sustentável. • Incentivar a redução de resíduos na construção civil (RCC).
Objetivos Relacionados à Integração com Saneamento Básico	• Implementar sistemas de monitoramento integrado de resíduos sólidos e saneamento básico para avaliar impactos ambientais e de saúde pública. • Promover a recuperação de água a partir do tratamento de chorume em aterros sanitários integrados a sistemas de saneamento. • Desenvolver programas de educação ambiental que integrem temas de resíduos sólidos e saneamento básico. • Fortalecer a gestão consorciada de resíduos sólidos e saneamento básico em regiões metropolitanas e áreas rurais. • Fomentar parcerias público-privadas (PPPs) para a gestão integrada de resíduos sólidos e saneamento básico.

Fonte: Elaboração própria (2025).

A relação organizada de objetivos apresentada na Tabela 4 constitui um conjunto fundamental de indicadores que são imprescindíveis na elaboração de políticas públicas para a gestão de resíduos sólidos. Os indicadores abrangem dimensões ambientais, sociais, econômicas e institucionais, estando em consonância tanto com as orientações da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) quanto com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos na Agenda 2030, destacando-se especialmente o ODS 6 (Água potável e saneamento) e o ODS 12 (Consumo e produção responsáveis).

A lista sugerida na Tabela 4 abrange desde a expansão da abrangência dos serviços de coleta e disposição final de resíduos, até a promoção da economia circular, incluindo a integração com o saneamento básico, a diminuição das desigualdades regionais e o fortalecimento da participação social. Esses indicadores são essenciais para acompanhar o avanço das políticas públicas, analisar a efetividade das ações executadas e reconhecer setores que requerem intervenções pontuais. Ademais, possibilitam a comparação entre municípios e regiões, favorecendo para a troca de experiências e a reprodução de boas práticas.

A elaboração de indicadores sólidos e abrangentes, conforme os que constam nas Tabelas 3 e 4, é fundamental para poder assegurar a transparência, a governança e a sustentabilidade na gestão de resíduos sólidos. Servem como instrumentos para planejamento, monitoramento e avaliação, oferecendo subsídios que fundamentam decisões baseadas em evidências e possibilitam a alocação eficiente de recursos públicos. Assim, a deliberação e a delineação desses objetivos com base na gestão municipal constituem etapas essenciais para a efetivação de políticas públicas que impulsionem a gestão integrada e sustentável dos resíduos sólidos, favorecendo o progresso urbano e a qualidade de vida dos cidadãos.

Em resumo, a lista organizada de objetivos apresentada na Tabela 4 serve como um referencial técnico e político essencial para a elaboração de indicadores que guiem a gestão municipal de resíduos sólidos, que tem o potencial de assegurar que as políticas públicas sejam eficazes, inclusivas e em conformidade com os princípios da sustentabilidade e da justiça socioambiental. Elas refletem uma visão holística e sustentável, alinhada com as melhores práticas internacionais e as diretrizes das políticas nacionais, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e o Novo Marco Legal do Saneamento Básico.

A temporalidade curta inerente à metodologia OKR constitui uma vantagem significativa em comparação a outras estratégias de gestão, notadamente no contexto da gestão pública e, em particular, na gestão de RSU. A capacidade de revisar mensalmente as metas, conforme a necessidade, é uma característica especialmente importante na gestão de RSU, na qual fatores como flutuações sazonais na geração de resíduos, alterações legislativas ou crises ambientais podem requisitar respostas ágeis e eficientes. A gestão municipal, ao implementar o OKR, tem a possibilidade de reavaliar suas metas a cada mês, no intuito de assegurar que as ações estejam em consonância com as prioridades vigentes e com os indicadores de desempenho definidos.

Em oposição, abordagens tradicionais de gestão, como o *Balanced Scorecard* (BSC) ou o planejamento estratégico convencional, costumam funcionar em ciclos mais extensos, comumente anuais ou semestrais. Kaplan e Norton (1996), na obra "The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action", argumentam que o BSC é eficiente para harmonizar objetivos de longo prazo com indicadores de desempenho; no entanto, reconhecem que sua inflexibilidade temporal pode restringir a capacidade de adaptação a transformações rápidas. No âmbito da gestão de resíduos, tal rigidez pode constituir um obstáculo, especialmente em situações em que é imprescindível agilidade para enfrentar desafios como a eliminação de

lixões, a adoção de sistemas de coleta seletiva ou a reação a emergências de saúde pública decorrentes do tratamento inadequado de resíduos.

Ademais, a metodologia iterativa do OKR estimula a participação social e a transparência (Rodrigues *et al.*, 2020), características essenciais para a gestão de resíduos sólidos. A avaliação periódica dos objetivos possibilita que a população e os conselhos municipais monitorem o avanço e colaborem com ajustes, reforçando a governança participativa. Essa dinâmica é respaldada por autores como Bryson (2018) em "Strategic Planning for Public and Nonprofit Organizations", que ressaltam a relevância da adaptabilidade e da participação de partes interessadas no planejamento público.

Com o intuito de estruturar visualmente os principais conceitos e suas respectivas ramificações, a Figura 2 ilustra o mapa mental da correlação dos conceitos tratados no Artigo 1 desta tese, intitulado: “As Concepções Basilares de Sustentabilidade, Resíduos Sólidos e Políticas Públicas para a Gestão Municipal” (Garcez e Steinke, 2025, no prelo), à metodologia OKR empregada neste estudo.

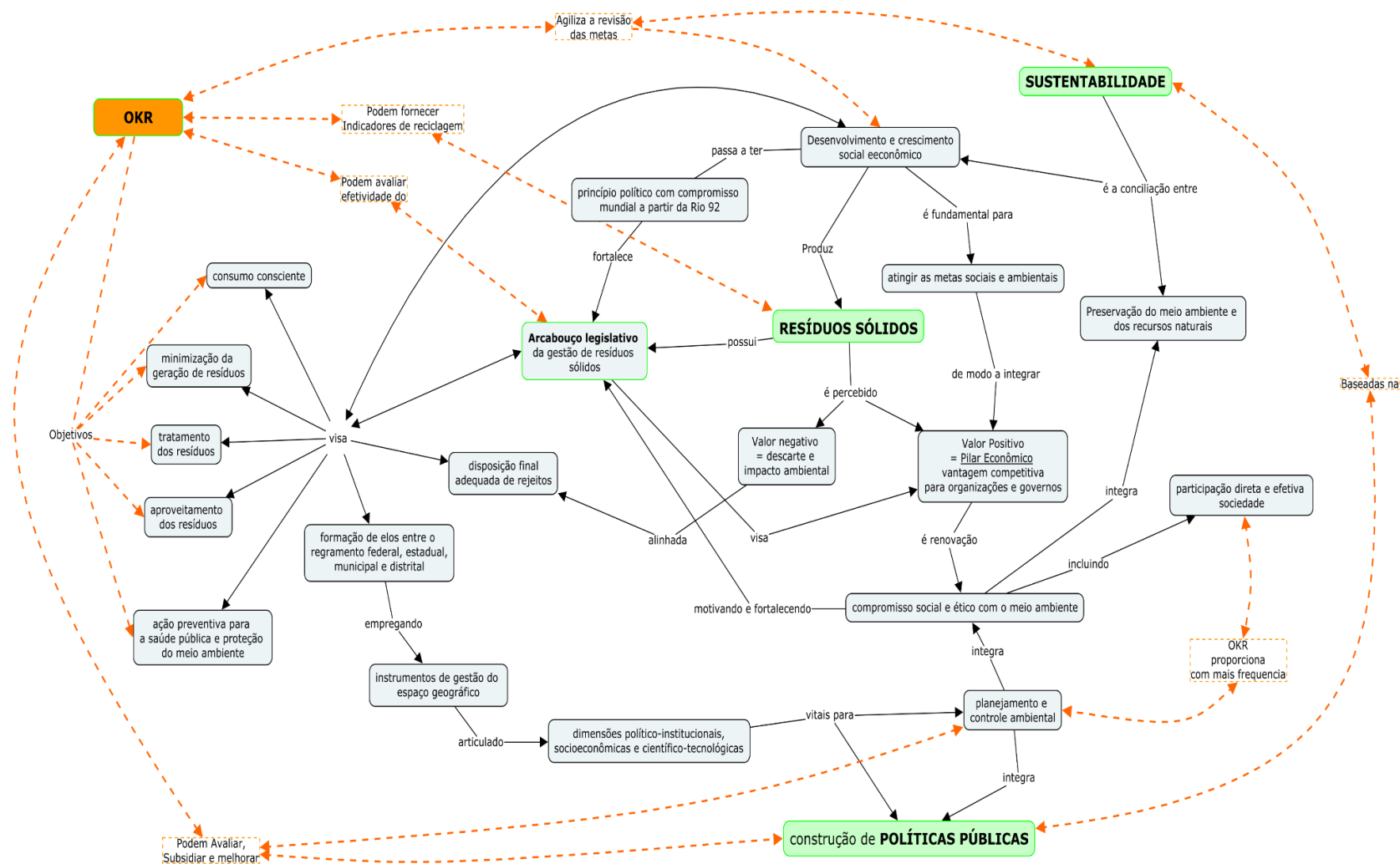


Figura 2. Mapa Conceitual OKR.

Fonte: Elaboração própria (2025).

O mapa conceitual apresentado por Garcez e Steinke (2025, no prelo), posiciona a sustentabilidade como a ideia central para uma abordagem integrada na gestão de resíduos sólidos e na formulação de políticas públicas. Este mapa evidencia a relevância dos fundamentos da gestão sustentável, tais como consumo responsável, tratamento e reaproveitamento de resíduos, destinação final ecologicamente correta, saúde pública e conservação ambiental, bem como a interação entre diversas esferas de poder e as dimensões político-institucionais, socioeconômicas e científico-tecnológicas.

Entretanto, para progredir na assimilação desses conceitos e na implementação das políticas públicas, sugere-se um mapa conceitual (Figura 2), que integra a metodologia OKR como um instrumento unificador e facilitador da gestão sustentável de resíduos sólidos.

A Figura 2 fundamenta-se no mesmo princípio central da sustentabilidade, porém agora incorpora a metodologia OKR, a qual estabelece uma conexão entre os pilares da gestão sustentável e a definição de objetivos claros, além de resultados-chave que podem ser mensurados.

Os fundamentos da gestão sustentável de resíduos sólidos — consumo responsável, manejo e reutilização de resíduos, destinação final ecologicamente correta, saúde coletiva e preservação ambiental — estão em consonância com os objetivos estratégicos (O) e os resultados-chave (KR) particularizados. Um exemplo do pilar do consumo consciente pode ser expresso através de um objetivo como "Diminuir a geração de resíduos per capita em 20% até o ano de 2030", com resultados-chave que incluem "Realizar campanhas de educação ambiental em 100% das instituições de ensino públicas" e "Elevar a taxa de reciclagem de 25% para 50%". Essa metodologia viabiliza que as políticas públicas sejam não somente estruturadas, mas também acompanhadas e adaptadas com base em informações tangíveis, conforme proposto por Wu *et al.* (2014).

O mapa conceitual da Figura 2 também realça a relevância da integração entre as distintas esferas de poder, bem como das dimensões político-institucionais, socioeconômicas e científico-tecnológicas. O OKR, por meio de sua estrutura de governança adaptável, possui a capacidade de favorecer a integração dessas dimensões ao definir objetivos comuns e ao disseminar métricas de desempenho entre os participantes envolvidos.

Um exemplo do propósito de "Fortalecer a economia circular na gestão de resíduos sólidos" pode ser desmembrado em resultados-chave, como "Incrementar em 40% a

quantidade de cooperativas de reciclagem" e "Executar políticas de logística reversa em 100% das indústrias". Tal abordagem incentiva a colaboração entre governos, setor privado e sociedade civil, reduzindo conflitos administrativos e fortalecendo a governança interinstitucional, conforme salientado por Santos *et al.* (2023).

Ademais, o mapa conceitual apresentado na Figura 2 demonstra uma progressão em comparação ao mapa conceitual apresentado por Garcez e Steinke (2025, no prelo), ao incorporar a metodologia OKR como elemento central na gestão sustentável de resíduos sólidos. Essa estratégia não somente fortalece os fundamentos da sustentabilidade, mas também favorece a conexão entre as diversas dimensões e participantes envolvidos, tornando mais viável a execução, a supervisão e a atualização de políticas públicas.

Outro aspecto a ser debatido é que a sociedade contemporânea distingue-se por alterações rápidas e contínuas, motivadas por avanços tecnológicos, mudanças socioeconômicas e o aumento de desafios ambientais. Nesse cenário, a gestão de políticas públicas deve ser eficiente, dinâmica e adaptável, visando atender de forma eficaz às necessidades que surgem.

Nesse contexto, a metodologia OKR se destaca como uma ferramenta potencialmente inovadora e eficaz para a gestão pública, de modo a possibilitar que os objetivos e resultados-chave sejam avaliados e ajustados de maneira dinâmica, sem a exigência de revisões periódicas extensas, como a cada um ou mais anos. Essa perspectiva representa uma ruptura em relação aos paradigmas convencionais de planejamento estratégico, que frequentemente se mostram rígidos e desconectados das ágeis mudanças sociais.

A união de objetivos bem definidos e motivadores com a avaliação de resultados-chave que sejam específicos e quantificáveis possibilita que as organizações — e, conseqüentemente, os governos — permaneçam concentrados no que é fundamental, assegurando, ao mesmo tempo, a adaptabilidade necessária para modificar suas estratégias em função de alterações no contexto.

No contexto das políticas públicas, essa característica reveste-se de especial importância, uma vez que os desafios enfrentados por estados e municípios se apresentam de forma dinâmica e multifacetada. A gestão de RSU requer reações ágeis às transformações nos hábitos de consumo, inovações tecnológicas e demandas ambientais, tornando o OKR uma ferramenta particularmente apropriada para esse setor.

O OKR está em consonância com o conceito de governança adaptativa, que destaca a importância de sistemas de gerenciamento aptos a se adaptarem de forma contínua às alterações no contexto externo. De acordo com Wu *et al.* (2014), a governança adaptativa demanda ciclos curtos de feedback e a habilidade de revisar e ajustar políticas fundamentadas em dados empíricos e evidências.

O OKR, por meio de sua estrutura de acompanhamento contínuo e avaliações periódicas, possibilita que os gestores públicos detectem prontamente desvios em relação aos objetivos definidos e implementem os ajustes necessários, dispensando a espera por revisões formais a cada dois ou cinco anos. Essa estratégia não somente pode elevar a eficácia das políticas públicas, como também fomenta a transparência e a responsabilização, dado que os resultados-chave são mensuráveis e acessíveis ao público.

Ademais, o OKR tem a capacidade de fomentar uma cultura de aprendizado contínuo e melhoria incremental, a qual se mostra fundamental para a gestão de políticas públicas em um ambiente em constante mudança. De acordo com Filho (2021), a metodologia OKR promove a experimentação e a inovação, possibilitando que os gestores verifiquem novas estratégias e adquiram conhecimentos a partir dos resultados alcançados.

Essa particularidade reveste-se de importância especialmente em setores como a gestão de resíduos sólidos, em que a implementação de práticas inovadoras, como a economia circular e a logística reversa, pode proporcionar benefícios significativos para a sustentabilidade ambiental, assim como para a eficiência econômica. Diferentemente dos modelos tradicionais de planejamento, frequentemente fundamentados em previsões de longo prazo e com pouca flexibilidade, o OKR tem a capacidade de possibilitar que as políticas públicas sejam modificadas em tempo real, com base em informações concretas e feedbacks dos atores envolvidos.

Entretanto, a implementação dos OKRs na gestão pública igualmente enfrenta obstáculos. De acordo com Santos *et al.* (2023), a ausência de uma cultura de monitoramento e avaliação, a resistência às alterações e a dificuldade em obter dados confiáveis constituem barreiras que devem ser ultrapassadas para assegurar o êxito da metodologia. Ademais, a implementação do OKR requer uma transformação cultural nas instituições públicas, com a adoção de práticas de gestão mais eficientes e colaborativas. A referida transformação pode ser otimizada através da formação técnica e da mobilização dos atores envolvidos, englobando a sociedade, os setores público e privado, assim como o meio acadêmico.

Assim, o OKR representa uma concepção de mundo que preza pela adaptabilidade, pela transparência e pela responsabilidade. De acordo com Herrera *et al.* (2023), a habilidade de se ajustar prontamente às transformações é fundamental para a sobrevivência e o êxito em um ambiente cada vez mais complexo e incerto. O OKR, ao possibilitar a revisão e o ajuste contínuo dos objetivos e resultados-chave, favorece uma abordagem mais resiliente e adaptável na gestão de políticas públicas. Tal abordagem está em consonância com os fundamentos da sustentabilidade e da governança democrática, os quais ressaltam a imprescindibilidade de políticas públicas que sejam inclusivas, transparentes e adaptáveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção da metodologia OKR (Objetivos e Resultados-Chave) na gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF) revela-se uma abordagem inovadora para lidar com os desafios ambientais, sociais e operacionais que afetam a região. Este estudo destacou que a formulação de metas nítidas e inspiradoras, juntamente com a avaliação de indicadores de desempenho específicos e mensuráveis, pode proporcionar uma gestão mais eficiente, transparente e flexível. Essa metodologia não apenas pode otimizar o planejamento estratégico, mas também pode proporcionar a consonância entre os objetivos municipais e regionais, de modo a reforçar a governança interinstitucional. A metodologia OKR permite a transformação de metas abstratas em indicadores tangíveis, possibilitando ajustes ágeis e contínuos, o que pode proporcionar uma maior eficácia na implementação de políticas públicas.

Os resultados obtidos evidenciam que a metodologia OKR pode proporcionar benefícios significativos quando confrontada com modelos convencionais de gestão, como a Análise do Ciclo de Vida (ACV) e a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (GIRS). A sua adaptabilidade às particularidades territoriais e a habilidade de envolver diferentes atores no processo decisório são características que têm o potencial de promover uma gestão mais responsável e transparente. Essas características são essenciais para a gestão sustentável de RSU em cenários complexos, como o da BHSF, onde a deterioração dos recursos hídricos e a destinação inadequada de resíduos demandam soluções integradas e adaptativas.

Entretanto, a implementação do OKR na gestão pública enfrenta desafios consideráveis, como a dificuldade em obter dados confiáveis, a resistência à mudança cultural nas instituições públicas e a necessidade de formação técnica para os gestores. Para ultrapassar essas dificuldades, é fundamental aplicar recursos em infraestrutura tecnológica,

incentivar a formação contínua dos profissionais envolvidos e estimular a participação ativa da sociedade civil no processo decisório. Ademais, a incorporação de tecnologias digitais, como os sistemas de georreferenciamento e a inteligência artificial, pode aumentar a eficácia da metodologia, possibilitando um acompanhamento mais preciso e em tempo real dos indicadores de desempenho.

A metodologia OKR também se alinha aos princípios da governança adaptativa, que enfatiza a importância de sistemas de gestão capazes de se ajustar continuamente às mudanças no cenário externo. Essa perspectiva é particularmente relevante em um contexto de aumento da complexidade ambiental e social, no qual a habilidade de adaptação ágil se torna fundamental para a sustentabilidade dos sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. A avaliação periódica dos objetivos e resultados essenciais, fundamentada em dados empíricos e nas opiniões dos agentes participantes, tem a capacidade de permitir que as políticas públicas sejam adaptadas de forma dinâmica, de modo a assegurar sua eficácia e pertinência ao longo do tempo.

Em suma, a implementação do OKR na gestão de resíduos sólidos urbanos na BHSF tem a capacidade de representar um avanço significativo em comparação aos métodos convencionais, oferecendo uma estrutura flexível e adaptável que pode ser reproduzida em diversas localidades do Brasil. Futuros estudos podem explorar casos práticos de aplicação do OKR em municípios da BHSF, avaliando seu impacto real na eficiência operacional e na sustentabilidade ambiental. Dessa forma, sugere-se que investigações futuras devem tratar dos seguintes aspectos:

- Efeito Econômico da Metodologia OKR: Analisar de que maneira a implementação do OKR pode afetar os custos operacionais e as vantagens econômicas relacionadas à gestão de RSU.

- Replicabilidade em Outras Regiões: Analisar a efetividade do modelo em diferentes contextos territoriais do Brasil, levando em conta as variáveis socioeconômicas e ambientais específicas de cada localidade.

- Integração com Tecnologias Digitais: Analisar a forma como recursos tecnológicos, tais como sistemas de georreferenciamento e inteligência artificial, podem amplificar os resultados da metodologia OKR.

-Estudo Comparativo com Outras Abordagens: Conduzir investigações comparativas entre a metodologia de Objetivos e Resultados Chaves (OKR) e abordagens clássicas empregadas na gestão ambiental, como a Análise do Ciclo de Vida (ACV) e o método Delphi, de modo a avaliar sinergias para uma gestão de resíduos mais integrada e eficaz.

-Governança Participativa: Analisar maneiras de intensificar a participação da comunidade na elaboração dos objetivos estratégicos e nos resultados-chave, fomentando um maior envolvimento social na gestão pública.

Essas orientações futuras possuem a capacidade de aprofundar a compreensão sobre as aplicações dos OKRs na gestão pública, de modo a promover a elaboração de políticas públicas mais eficientes, sustentáveis e adequadas às demandas locais. A articulação de objetivos claramente definidos, resultados-chave e uma cultura de aprendizado contínuo tem o potencial de revolucionar a gestão de resíduos sólidos, favorecendo a transformação de cidades mais resilientes, equitativas e ambientalmente sustentáveis.

REFERÊNCIAS

ANDERIES, John M. (2014). Embedding built environments in social–ecological systems: resilience-based design principles. **Building Research & Information**, v. 42, n. 2, p. 130-142.

BRASIL. (2010). **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 3 ago. 2010.

BRASIL. (2013). **Decreto nº 8.141, de 20 de novembro de 2013**. Aprova o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 20 nov. 2013.

BRASIL. (2022). **Decreto nº 11.043, de 13 de abril de 2022**. Aprova o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 14 abr. 2022.

BRYSON, J. M. (2018). **Strategic Planning for Public and Nonprofit Organizations: A Guide to Strengthening and Sustaining Organizational Achievement**. Jossey-Bass.

CBHSF. (2024). **A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**. Rio de Janeiro: Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/>. Acesso em: 10 out. 2024.

CASTRO, C. N. de; PEREIRA, C. N. (2019). **Revitalização da bacia hidrográfica do rio São Francisco: histórico, diagnóstico e desafios**. Brasília: IPEA. 366 p. ISBN: 978-85-7811-351-3.

COELHO, L. M. G.; LANGE, L. C.; COELHO, H. M. (2017). Multi-criteria decision making to support waste management: A critical review of current practices and methods. **Waste Management & Research**, v. 35, p. 3–28.

DARMIAAN, S. M.; MOAZZENI, S.; HVATTUM, L. M. (2020). Multi-objective sustainable location-districting for the collection of municipal solid waste: Two case studies. **Computers & Industrial Engineering**, v. 150, p. 106965.

DOERR, John. (2019). **Avalie O Que Importa**. Rio de Janeiro: Alta Books. ISBN 9788550807508.

DUTRA, A. C.; MEDEIROS, G. A. DE; GIANELLI, B. F. (2019). Avaliação do ciclo de vida como uma ferramenta de análise de impactos ambientais e conceito aplicados em programas educativos. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 51, p. 15–27, 10 jun.

ELSAID, S.; AGHEZZAF, E. H. (2018). A progress indicator-based assessment guide for integrated municipal solid-waste management systems. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 20, p. 850–863. DOI: 10.1007/s10163-017-0647-8.

FILHO, Emílio H. (2021). **Os OKRs e as Métricas Exponenciais**. Rio de Janeiro: Alta Books. ISBN 9786555203202.

GARCEZ, L. R. O.; STEINKE, V. A. (2025). Concepções Basilares de Sustentabilidade, Resíduos Sólidos e Políticas Públicas para a Gestão Municipal. **Revista Entre-Lugar**, no prelo.

GARCIA-GARCIA, G. (2022). Using Multi-Criteria Decision-Making to optimise solid waste management. **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry**, v. 37, p. 100650.

HERRERA, L. J. S.; ARAGUNDI, J. A. G.; JARAMILLO, F. Y. V.; MUÑOZ, V. E. S. (2023). Modelo de Economía Circular em Ecuador: análisis descriptivo. **Revista Pacha**, v. 4, n. 10, p. e230175. DOI: 10.46652/pacha.v4i10.

ISO. (2015). **Sistemas de gestão ambiental — Requisitos com orientação para uso**. ISO 14001:2015. Genebra: International Organization for Standardization.

JUCÁ, J. F. T.; BARBOSA, K. R. M.; SOBRAL, M. C. (2020). Sustainability indicators for municipal solid waste management: A case study of the Recife Metropolitan Region, Brazil. **Waste Management & Research**, v. 38, p. 1450–1454.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. (1996). **The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action**. Harvard Business Review Press.

LESO, Bernardo Henrique; CORTIMIGLIA, Marcelo Nogueira; GHEZZI, Antonio. (2023). The contribution of organizational culture, structure, and leadership factors in the digital transformation of SMEs: a mixed-methods approach. **Cognition, Technology & Work**, v. 25, n. 1, p. 151-179.

LEWRICK, Michael. (2023). **Design Thinking and Innovation Metrics: Powerful Tools to Manage Creativity, OKRs, Product, and Business Success**. John Wiley & Sons.

MAHDAVI, L.; MANSOUR, S.; SAJADIEH, M. S. (2022). Sustainable multi-trip periodic redesign-routing model for municipal solid waste collection network: The case study of Tehran. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, p. 35944–35963.

MOREIRA, A. C. N.; LOUZADA, A. F.; NEVES, R. R. (2022). Avaliação da sustentabilidade da gestão de resíduos sólidos urbanos no município de Tucuruí – PA. **Revista AIDIS de Engenharia e Ciências Ambientais**, v. 15, n. 2, p. 916–940. DOI: 10.22201/iingen.0718378xe.2022.15.2.79962.

MUNIZ, Antonio *et al.* (2022). **OKR Journey in Practice: Joining practices and experiences to enhance results**. Brasport.

ONU. (2015). **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Nova York: ONU. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 10 jan. 2025.

PEREIRA, Raissa Silva de Carvalho. (2018). **Logística reversa de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos: proposta de indicadores de monitoramento para órgãos ambientais**. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo. DOI: 10.11606/D.6.2018.tde-31072018-134013.

PEREIRA, S. S.; CURI, R. C.; CURI, W. F. (2018a). Uso de indicadores na gestão dos resíduos sólidos urbanos: uma proposta metodológica de construção e análise para municípios e regiões. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 23, n. 3, p. 471–483. DOI: 10.1590/S1413-41522018162872.

PEREIRA, S. S.; CURI, R. C.; CURI, W. F. (2018b). Uso de indicadores na gestão dos resíduos sólidos urbanos: parte II - uma proposta metodológica de construção e análise para municípios e regiões: aplicação do modelo. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 23, n. 3, p. 485–498. DOI: 10.1590/S1413-41522018163505.

PEREIRA, T. S.; FERNANDINO, G. (2019). Evaluation of solid waste management sustainability of a coastal municipality from northeastern Brazil. **Ocean & Coastal Management**, v. 179, p. 104839.

RODRIGUES, A.; FERNANDES, M.; RODRIGUES, M.; BORTOLUZZI, S.; COSTA, S. G.; LIMA, E. P. (2018). Developing criteria for performance assessment in municipal solid waste management. **Journal of Cleaner Production**, v. 186, p. 748–757.

RODRIGUES, A. K. da S.; CHAVES, A. F. F.; LOPES, M. do S. B.; CUNHA, M. V. P. de O.; LOPES, D. F.; CARRERA, V. M. (2020). The level of sustainability in the solid waste management in the island of Cotijuba-PA. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e5789108883. DOI: 10.33448/rsd-v9i10.8883.

SANTOS, K. L. dos; BESEN, G. R.; JACOBI, R. P.; SANCHES, G. L. (2023). Resíduos sólidos urbanos na Macrometrópole Paulista: da sociedade de consumo aos desafios de gestão e governança. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, v. 16, n. 5, p. 1991-2007. DOI: 10.55905/revconv.16n.5-002.

SEGUÍ, L.; RUBÍ, M.; GUERRERO, H. (2018). **Gestión de residuos y economia circular**. EAE Business School. Disponível em: <https://n9.cl/lx2tv>.

SILVA, R. M. G.; NÓBREGA, C. C.; SÁ, A. C. N. de; SILVA, D. L. V.; FIRMINO, L. de Q. (2023). Indicadores de sustentabilidade para análise do gerenciamento dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 28, p. e20220220. DOI: 10.1590/S1413-415220220220.

SILVA, R.; SANTOS, G. (2024). Surveying the Academic Literature on the Use of OKR (Objectives and Key Results) - An Update. **iSys: Revista Brasileira de Sistemas de Informação**, v. 17, n. 1, p. 4:1-4:26. DOI: 10.5753/isys.2024.3885.

SOLTANI, A.; HEWAGE, K.; REZA, B.; SADIQ, R. (2015). Multiple stakeholders in multi-criteria decision-making in the context of municipal solid waste management: a review. **Waste Management**, v. 35, p. 318-328. DOI: 10.1016/j.wasman.2014.09.010.

UGALDE, J. C. (2010). **Aplicação de indicadores de sustentabilidade para avaliar a gestão de resíduos sólidos urbanos em Porto Velho/RO**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) - Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho.

VELLORE, Vetri. (2022). **OKRs for all: Making objectives and key results work for your entire organization**. John Wiley & Sons.

VELIS, C. A.; WILSON, D. C.; GAVISH, Y.; GRIMES, S. M.; WHITEMAN, A. (2023). Socio-economic development drives solid waste management performance in cities: A global analysis using machine learning. **Science of the Total Environment**, v. 872, p. 161913.

WEBB, Justin W. *et al.* (2010). The entrepreneurship process in base of the pyramid markets: The case of multinational enterprise/nongovernment organization alliances. **Entrepreneurship Theory and Practice**, v. 34, n. 3, p. 555-581.

WU, X.; RAMESH, M.; HOWLETT, M.; FRITZEN, S. (2014). **Guia de políticas públicas: gerenciando processos**. Brasília: Enap.

YOUSEFLOO, A.; BABAZADEH, R. (2019). Designing an integrated municipal solid waste management network: A case study. **Journal of Cleaner Production**, v. 244, p. 118824.

ZURBRÜGG, C.; CANIATO, M.; VACCARI, M. (2014). How Assessment Methods Can Support Solid Waste Management in Developing Countries—A Critical Review. **Sustainability**, v. 6, n. 2, p. 545-570. DOI: 10.3390/su6020545.

CAPÍTULO 5: CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente tese buscou analisar o desenvolvimento da gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF), por meio de uma abordagem holística que integra governança participativa, indicadores de desempenho e metodologias inovadoras, como os OKR (Objetivos e Resultados-Chave). Ao longo dos três artigos científicos, que integram esta tese, foi possível verificar a identificação de desafios, oportunidades e estratégias para otimizar a gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) na região, com ênfase na sustentabilidade ambiental e na efetividade das políticas públicas.

O primeiro artigo destacou a relevância de uma perspectiva sistêmica da sustentabilidade, sublinhando a urgência de políticas públicas que harmonizem as esferas ambiental, social e econômica. O debate acerca da gestão de resíduos sólidos no Brasil evidenciou progressos normativos, porém também ressaltou lacunas substanciais na execução de práticas sustentáveis, adaptadas às realidades territoriais diversificadas do Brasil. A sustentabilidade, longe de ser um conceito estático, exige uma visão dinâmica e adaptativa, capaz de responder às transformações socioambientais. Dessa forma, a sustentabilidade somente se concretizará quando deixar de ser uma retórica abstrata e se transformar em um critério palpável na distribuição de recursos, na análise de políticas e na participação da sociedade.

O segundo artigo examinou a governança municipal de resíduos sólidos urbanos na BHSF, evidenciando uma notável heterogeneidade na gestão dos resíduos. Embora diversos municípios tenham demonstrado progressos na execução de políticas e planos municipais, muitos continuam a enfrentar dificuldades estruturais, tais como a gestão inadequada de resíduos e a ausência de participação em consórcios intermunicipais. A análise espacial

possibilitou a identificação de regiões prioritárias para intervenção, evidenciando a urgência de intensificar a colaboração entre os diferentes níveis de governo e fomentar a regionalização da gestão de Resíduos Sólidos Urbanos. Esses resultados reforçam a convicção de que soluções isoladas se mostram inadequadas: é essencial fortalecer consórcios regionais, implementar mecanismos de financiamento atrelados a resultados e instituir sistemas de monitoramento contínuo que fomentem a realização de progressos concretos. A continuidade de depósitos de lixo, por exemplo, não constitui apenas um equívoco técnico, mas representa um indicativo de falhas mais abrangentes na gestão, que exigem soluções estruturais.

O terceiro artigo sugeriu a utilização da metodologia OKR na gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU), evidenciando sua capacidade de integrar objetivos estratégicos a resultados quantificáveis. Atualmente pouco explorada no setor público, essa metodologia revelou-se promissora para ultrapassar as restrições dos modelos convencionais, tais como a rigidez e a carência de adaptabilidade, possibilitando ajustes ágeis fundamentados em dados objetivos. A implementação do OKR na BHSF pode favorecer o aprimoramento da eficiência operacional, a governança interinstitucional e a participação social na gestão de resíduos sólidos urbanos. Ademais, possui a capacidade de alterar a forma como os municípios planejam e implementam suas políticas, substituindo a cultura da conformidade pela cultura orientada a resultados. Entretanto, sua efetividade está condicionada a aspectos antecedentes, tais como a disponibilidade de informações fidedignas, a formação adequada das equipes e, principalmente, o engajamento político voltado para a transparência e a responsabilidade na prestação de contas. Diante de um cenário caracterizado pela elevada rotatividade de gestores municipais e pela instabilidade orçamentária, a manutenção dos OKRs representa um desafio concreto que deve ser considerado com seriedade.

Em resumo, esta tese evidencia que a otimização da gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) na BHSF requer uma combinação de elementos:

- Fortalecimento institucional: Os municípios necessitam de suporte técnico e financeiro para desenvolver e executar planos de gestão que sejam viáveis e ajustados às suas especificidades.
- Cooperação regional: A fragmentação político-administrativa constitui um obstáculo intransponível na ausência da implementação de modelos de governança intermunicipal, como consórcios que estabelecem metas comuns.

- Inovação metodológica: Metodologias como o OKR podem proporcionar agilidade e direcionamento, porém devem ser acompanhadas por transformações culturais na gestão pública.

- Engajamento social: A gestão de resíduos não poderá ser considerada sustentável sem a participação ativa da sociedade, a qual deve ser encarada como colaboradora, e não apenas como receptora de políticas.

Portanto, esta tese conclui que os desafios da BHSF são significativos, mas não intransponíveis. Frequentemente, o que se observa em falta não é a expertise técnica ou os recursos financeiros, mas sim a disposição política e a habilidade de articulação. A adoção de uma abordagem integrada e adaptável, que considere as especificidades territoriais e os desafios locais, é fundamental para fomentar a sustentabilidade ambiental, a efetividade das políticas públicas e a elevação da qualidade de vida na região. Sugere-se que pesquisas futuras investiguem a aplicação de metodologias inovadoras em diferentes contextos territoriais, com o intuito de replicar boas práticas e aprimorar a gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) em níveis regional e nacional. Esta tese apresenta não apenas diagnósticos, mas também sugestões concretas que, se aplicadas com comprometimento, têm o potencial de transformar a gestão de RSU em um instrumento de desenvolvimento sustentável para a região. A trajetória a ser trilhada não é simples, todavia, é premente e imprescindível. E, principalmente, viável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREMA. (2024). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2024**. Disponível em: <<https://www.abrema.org.br/panorama/>>. Acesso em: 08 jan. 2025.

BARBIERI, José C. (2016). **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. Editora Saraiva.

BARBOSA, Rildo P.; IBRAHIM, Francini Imene D. (2014). **Resíduos Sólidos - Impactos, Manejo e Gestão Ambiental**. Editora Saraiva.

BARRETO, S. E. DE O. (2016). **Procedimento para Avaliação de Desempenho de Sistemas Municipais de Gestão de Resíduos Sólidos: Aplicação ao Caso da RIDE-DF e Entorno**. Dissertação (mestrado) – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Brasília, DF. 147p. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/23751>>. Acesso em: 11 jan. 2020.

BRANDÃO, I. D. M. R. (2018). **Governar o desperdício: a inclusão de catadores no regime brasileiro de políticas de resíduos**. Tese (doutorado) – Universidade de Brasília. Instituto de Ciência Política. Brasília, DF. 260p. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/33107>>. Acesso em: 11 jan. 2020.

BRASIL. (1997). **Lei Federal n. 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília, DF. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm>. Acesso em: 12 fev. 2021.

BRASIL. (2007). **Lei Federal n. 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico**. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em: 10 fev. 2021.

BRASIL. (2010a). **Decreto Federal n. 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências**. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm>. Acesso em: 0 fev. 2021.

BRASIL. (2010b). **Lei Federal n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 06 fev. 2021.

CARVALHO, R. R de. (2017). **Aplicação de análise de multicritério em ambiente de geoprocessamento no estudo de áreas para implantação de aterros sanitários - área sul da Ride/DF e entorno**. Dissertação (mestrado) – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Brasília, DF. 141p. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/25330>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

CASTRO, C. N. DE; PEREIRA, C. N. (2019). **Revitalização da bacia hidrográfica do rio São Francisco: histórico, diagnóstico e desafios**. Brasília: IPEA. 366 p. ISBN: 978-85-7811-351-3.

CBHSF. (2025). – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. **A Bacia**. Brasília, DF. Disponível em: <<https://cbhsaofrancisco.org.br/a-bacia/>>. Acesso em: 12 fev. 2025.

JUCÁ, J.F.T.; BARBOSA, K.R.M.; SOBRAL, M.C. (2020). Sustainability indicators for municipal solid waste management: A case study of the Recife Metropolitan Region, Brazil. **Waste Manag. Res.**, 38, 1450–1454.

PEREIRA, S. S., CURI, R. C., e CURI, W. F. (2018). Uso de indicadores na gestão dos resíduos sólidos urbanos: uma proposta metodológica de construção e análise para municípios e regiões. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, 23(3), 471–483. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522018162872>

RODRIGUES, A. P. *et al.* (2018). Developing criteria for performance assessment in municipal solid waste management. **Journal of Cleaner Production**, v. 186, p. 748-757.

UGALDE, J. C. (2010) **Aplicação de indicadores de sustentabilidade para avaliar a gestão de resíduos sólidos urbanos em Porto Velho/RO**. 135p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) - Núcleo de Ciências e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional, Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho.