57º SBPO
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL
Gramado • RS
DE 5 A 9 DE OUTUBRO DE 2025

A UTILIZAÇÃO DOS MÉTODOS DE ESTRUTURAÇÃO DE PROBLEMAS NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA SISTEMÁTICA

Vivían Sandriny Silva de Andrade
Grupo de Pesquisa MAPS - Modelling and Alignment of Portfolio and Strategy, Núcleo de Tecnologia, Centro Acadêmico do Agreste, UFPE, Caruaru-PE, 55014-900, Brasil
viviansandriny@gmail.com

Marina Dantas de Oliveira Duarte
Grupo de Pesquisa MAPS - Modelling and Alignment of Portfolio and Strategy, Núcleo de Tecnologia, Centro Acadêmico do Agreste, UFPE, Caruaru-PE, 55014-900, Brasil
marinadod@gmail.com

Jonatas Araújo de Almeida
Grupo de Pesquisa MAPS - Modelling and Alignment of Portfolio and Strategy, Núcleo de Tecnologia, Centro Acadêmico do Agreste, UFPE, Caruaru-PE, 55014-900, Brasil
jonatasaa@yahoo.com

RESUMO

A Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (GRSU) apresenta-se como um dos maiores desafios ambientais contemporâneos devido a sua complexidade, múltiplos *stakeholders,* impactos sociais, econômicos e ambientais. Os Métodos de Estruturação de Problemas (PSMs) mostram-se adequados para lidar com tal situação. Este estudo apresenta uma Revisão Bibliométrica Sistemática (RBS) sobre o uso dos PSMs na GRSU. A pesquisa mapeou quais métodos têm sido aplicados, em que etapas da gestão foram utilizados e suas finalidades, baseando-se em uma metodologia rigorosa para seleção e análise dos artigos, a RBS *Roadmap*. O trabalho evidencia como PSMs vêm sendo empregados para lidar com complexidades, facilitar o entendimento entre *stakeholders* e apoiar a formulação de soluções. Além de sintetizar o estado da arte, o estudo identificou lacunas existentes, tais quais a ausência de aplicações do *Strategic Choice Approach* dentro do contexto abordado e sugere caminhos para futuras investigações, sendo um deles o uso de abordagens multimetodológicas.

PALAVRAS-CHAVE. Revisão Bibliométrica Sistemática, Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos, Métodos de Estruturação de Problemas.

Tópicos (AG&MA – PO na Agricultura, Meio Ambiente e Sustentabilidade, OA- Outras Aplicações em PO)

ABSTRACT

Municipal Solid Waste Management (MSWM) presents itself as one of the biggest contemporary environmental challenges, especially in developing countries, due to its complexity, multiple stakeholders, and social, economic, and environmental impacts. In this context, Problem Structuring Methods (PSMs) emerge as appropriate methods for addressing this problematic situation. This study presents a Systematic Bibliometric Review (SBR) about the use of PSMs in MSWM. The research mapped which methods have been applied, at which management stages

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212416
https://proceedings.science/p/212416?lang=pt-br

they were used, and for what purposes, based on a rigorous methodology for article selection and analysis, the RBS Roadmap. The work highlights how PSMs have been employed to address complexities, facilitate understanding among different stakeholders, and support the development of more integrated solutions. In addition to synthesizing the current state of the art literature, the study identifies existing gaps, such as the absence of applications of the Strategic Choice Approach within the context addressed and suggests paths for future investigations, one of which is the use of multi-methodological approaches.

KEYWORDS. Systematic Bibliometric Review, Municipal Solid Waste Management, Problem Structuring Methods.

Paper topics (AG&MA – PO in Agriculture, Environment and Sustainability, OA- Other Applications in OR)

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212416
https://proceedings.science/p/212416?lang=pt-br

1. Introdução

A Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (GRSU) é reconhecida como um dos principais desafios ambientais da atualidade, especialmente em contextos urbanos e em países em desenvolvimento. O rápido crescimento populacional, a intensificação da urbanização e as mudanças nos padrões de consumo são problemáticas que trazem preocupações relevantes no que diz respeito à GRSU, estima-se que a geração global de resíduos possa atingir a marca de 3,4 bilhões de toneladas anuais até 2050 [Xia et al. 2024; Kaza et al. 2018]. Além disso, Hoornweg e Bhada-Tata [2012] destacam que, em muitas cidades, a gestão inadequada dos resíduos sólidos compromete a saúde pública, agrava a degradação ambiental e gera impactos econômicos significativos, especialmente em regiões com infraestrutura deficiente.

Situações como essa são frequentes na GRSU, uma vez que geralmente envolvem diversos *stakeholders*, com interesses, pontos de vista e responsabilidades distintos em relação ao problema. Diante dessa complexidade, abordagens tradicionais de análise e decisão (que frequentemente são orientadas por modelagens matemáticas estritas), mostram-se insuficientes para lidar com a subjetividade, os conflitos de interesses e a necessidade de construir um "consenso" entre diferentes *stakeholders.*

Diante do panorama exposto aqui, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão bibliométrica sistemática (RBS) sobre a utilização dos Métodos de Estruturação de Problemas (PSMs, do inglês *Problem Structuring Methods*) na GRSU. Busca-se mapear os métodos empregados, identificar as etapas da gestão em que foram aplicados, analisar os propósitos de suas utilizações e apontar lacunas para o desenvolvimento de futuras pesquisas.

Além da presente seção, esta pesquisa está dividida nas seguintes seções: Métodos de Estruturação de Problemas, que apresenta um *overview* sobre o tema (Seção 2). A Seção 3 intitulada Metodologia apresenta o passo a passo da condução da pesquisa e inclui a discussão dos resultados obtidos (conforme indicado no protocolo utilizado). Por fim, a Seção 4 de Considerações Finais traz as contribuições do trabalho desenvolvido, além de sugestões de trabalhos futuros.

2. Métodos de Estruturação de Problemas

A Pesquisa Operacional (PO) *Soft* lida com problemas mais complexos, muitas vezes mal estruturados e com alto grau de subjetividade, que envolvem múltiplos *stakeholders* e interesses conflitantes [MINGERS e ROSENHEAD 2004]. Muitas vezes é difícil definir o problema de decisão [RITTEL e WEBER 1973], nesses casos, utilizar abordagens *soft* promove um entendimento mais profundo do problema e cria consenso entre os envolvidos. Os métodos que se propõem a desenvolver a abordagem Soft são conhecidos por PSM (*Problem Structuring Methods*) ou Métodos de Estrutação de Problemas.

Os métodos *Soft Systems Methodology* (SSM), proposto por Checkland [1982], *Value-Focused Thinking* (VFT), desenvolvido por Keeney [1992], *Strategic Choice Approach* (SCA), elaborado por Friend e Hickling [2012], e *Strategic Options Development and Analysis* (SODA), desenvolvido por Eden e Ackermann [1998], são PSMs amplamente utilizados com a finalidade de apoiar o entendimento e organização de questões complexas, além de explorar alternativas de forma participativa e criativa.

Tais métodos permitem uma visão holística do problema, facilitando o envolvimento de *stakeholders* e a identificação de soluções criativas. São bastante úteis para lidar com a complexidade e os múltiplos interesses envolvidos na gestão de resíduos sólidos, permitindo a identificação de aspectos fundamentais e estratégicos da problemática [Silva e Morais 2024]. O adendo que fazemos aqui é que os PSMs não asseguram o consenso, apenas tornam visíveis os conflitos e os possíveis caminhos de ação.

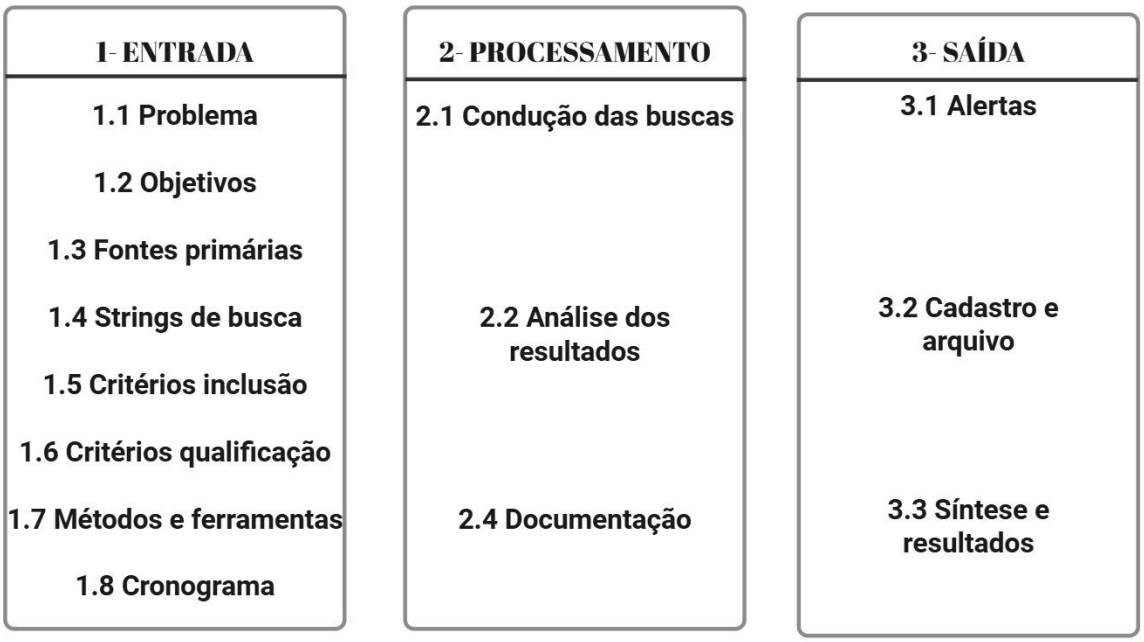
DOI: 10.59254/sbpo-2025-212416
https://proceedings.science/p/212416?lang=pt-br

Tendo em vista a relevância dos PSMs na abordagem de problemas complexos, a seguir descreve-se a metodologia empregada na realização desta pesquisa, com foco na identificação, seleção e análise das publicações científicas pertinentes ao tema.

3. Metodologia

A metodologia utilizada nesta pesquisa baseia-se na Revisão Bibliométrica Sistemática *Roadmap* (RBS *Roadmap*), desenvolvido por Conforto e da Silva [2011]. Uma adaptação foi necessária considerando que o objetivo da presente pesquisa foi realizar um mapeamento do uso de PSMs na GRSU, sem desenvolver modelos teóricos ou hipóteses específicas, dessa forma a etapa 3.4 foi excluída para atender à natureza exploratória do trabalho. Uma das principais vantagens da *Roadmap* é a definição clara de um protocolo de revisão, o que auxilia na redução de ambiguidades e no aumento da reprodutibilidade dos estudos. O RBS *Roadmap* foi proposto justamente para preencher lacunas deixadas por abordagens anteriores, que, embora relevantes, careciam de diretrizes práticas e integradas para orientar a aplicação por pesquisadores, especialmente aqueles em estágios iniciais de pesquisa. A Figura 1 apresenta uma visão geral do modelo e das etapas que compõem o processo.

Figura 1- Modelo adaptado para condução da revisão bibliográfica sistemática- RBS *Roadmap*



Fonte: Adaptado de Conforto e da Silva [2011]

3.1 FASE 1- ENTRADA

*ETAPA 1.1 Problema- Esta pesquisa tem como objetivo responder a seguinte pergunta: como os Métodos de Estruturação de Problemas ou PSMs estão sendo utilizados em problemáticas dentro do âmbito da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos?

*ETAPA 1.2 Objetivos- De maneira complementar à resposta da pergunta da pesquisa, este trabalho tem como objetivos:

1- Mapear os PSMs empregados em estudos relacionados à GRSU;

2- Identificar as fases da gestão de resíduos sólidos em que os PSMs foram aplicados, tais quais coleta, triagem, disposição final, entre outras;

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212416
https://proceedings.science/p/212416?lang=pt-br

3- Investigar os objetivos dos estudos que utilizaram PSMs nesse contexto, por exemplo, apoio à tomada de decisão, definição de estratégias ou envolvimento de *stakeholders;*

4- Apoiar o desenvolvimento de futuras pesquisas e aplicações, indicando lacunas da pesquisa.

*ETAPA 1.3 Fontes primárias – Foram selecionadas as bases de dados *SCOPUS* e *Web of Science*, dado o rigor com o qual as duas conduzem seu processo de análise das produções científicas.

*ETAPA 1.4 *Strings* de busca – Como já fora mencionado, a GRSU é um problema complexo que abrange diversos aspectos, problemáticas com tais características são indicadas para a utilização de PSMs, seja para estruturar o problema e entender seus aspectos ou para auxiliar uma tomada de decisão dentro do contexto mais abrangente.

Para a elaboração da *string* de busca, os autores identificaram na literatura variações do termo “Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos” e termos equivalentes, a fim de expandir o espaço de busca, além das siglas e nomes por extensos dos métodos e o próprio termo “Métodos de Estruturação de Problemas”.

Na SCOPUS, a pesquisa foi realizada com a seguinte *String* de busca: *((SWM OR "Urban solid waste management" OR "Municipal solid waste management" OR "MSW management" OR "solid Waste management" OR "Municipal waste management" OR "Urban waste management") AND (PSM OR " Problem Structuring Methods" OR VFT OR "Value-Focused Thinking" OR SSM OR "Soft Systems Methodology " OR SCA OR "Strategic Choice Approach" OR SODA OR "Strategic Options Development and Analysis")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English")).*

Na Web of Science a estrutura é um pouco diferente, nela foram utilizados os mesmos termos, porém com a seguinte estrutura:

((TS=(SWM OR "Urban solid waste management" OR "Municipal solid waste management" OR "MSW management" OR "Solid waste management" OR "Municipal waste management" OR "Urban waste management") AND TS=(PSM OR "Problem Structuring Methods" OR VFT OR "Value-Focused Thinking" OR SSM OR "Soft Systems Methodology" OR SCA OR "Strategic Choice Approach" OR SODA OR "Strategic Options Development and Analysis")) OR (TI=(SWM OR "Urban solid waste management" OR "Municipal solid waste management" OR "MSW management" OR "Solid waste management" OR "Municipal waste management" OR "Urban waste management") AND TI=(PSM OR "Problem Structuring Methods" OR VFT OR "Value-Focused Thinking" OR SSM OR "Soft Systems Methodology" OR SCA OR "Strategic Choice Approach" OR SODA OR "Strategic Options Development and Analysis")) OR (AB=(SWM OR "Urban solid waste management" OR "Municipal solid waste management" OR "MSW management" OR "Solid waste management" OR "Municipal waste management" OR "Urban waste management") AND AB=(PSM OR "Problem Structuring Methods" OR VFT OR "Value-Focused Thinking" OR SSM OR "Soft Systems Methodology" OR SCA OR "Strategic Choice Approach" OR SODA OR "Strategic Options Development and Analysis")) OR (AK=(SWM OR "Urban solid waste management" OR "Municipal solid waste management" OR "MSW management" OR "Solide waste management" OR "Municipal waste management" OR "Urban waste management") AND AK=(PSM OR "Problem Structuring Methods" OR VFT OR "Value-Focused Thinking" OR SSM OR "Soft Systems Methodology" OR SCA OR "Strategic Choice Approach" OR SODA OR "Strategic Options Development and Analysis"))) AND DT=(Article) NOT DT=("Proceedings Paper")

* ETAPA 1.5 Critérios de inclusão- Os artigos incluídos na revisão devem atender aos seguintes critérios:

1- Tratar da aplicação de pelo menos um PSM;

2- Estar relacionado ao contexto de GRSU;

3- Estar publicado em periódico revisado por pares;

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212416
https://proceedings.science/p/212416?lang=pt-br

4- Estar escrito em inglês.

*ETAPA 1.6 Critérios de qualificação- Importante para avaliar relevância e robustez metodológica dos estudos incluídos. Foram considerados dois critérios de qualificação:

1- Clareza e consistência metodológica: o estudo apresenta de forma clara como o PSM foi aplicado e em qual etapa da GRSU.

2- Profundidade da análise dos resultados: se o estudo vai além da descrição da aplicação do método e discute resultados, implicações e limitações.

* ETAPA 1.7 Método e ferramentas – A condução desta RBS seguirá um método iterativo, conforme as orientações do RBS *Roadmap*, permitindo refinamento progressivo dos resultados por meio de ciclos de busca, filtragem e análise. A estratégia adotada será composta pelas seguintes etapas:

1- Construção da *string* de busca, combinando descritores relacionados aos Métodos de Estruturação de Problemas (PSMs) e à Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (GRSU) com o uso de operadores booleanos e termos equivalentes no idioma selecionado;

2- Realização das buscas nas bases *SCOPUS* e *Web of Science*, por serem reconhecidas pelo rigor na indexação de publicações científicas e pela ampla cobertura de áreas multidisciplinares;

3- Aplicação de filtros automáticos, sendo eles: idioma (inglês) e tipo de documento (artigos);

4- Armazenamento dos resultados em uma planilha eletrônica, para controle dos artigos recuperados, aplicação dos filtros de leitura (título, resumo e texto completo), e registro das decisões de inclusão ou exclusão;

5- Aplicação dos critérios de inclusão e exclusão com base nos objetivos da RBS (conforme Etapa 1.5);

6- Refinamento da busca, incluindo:

Leitura das listas de referências dos artigos selecionados, para identificar estudos adicionais relevantes (busca "*snowball"*);

Ajustes na *string* de busca, com inclusão ou exclusão de termos, conforme padrões identificados nos resultados preliminares.

*ETAPA 1.8 Cronograma – Essencial para estimar o prazo, desde o planejamento até a conclusão.

3.2 FASE 2 – PROCESSAMENTO

*ETAPA 2.1- Condução das buscas- O artigo de Conforto e da Silva [2011] indica que sejam realizadas buscas por periódico, de forma individual, mas devido ao quantitativo restrito de artigos relacionados ao tema, foi decidido não realizar a pesquisa desta maneira, mas sim pesquisando dentro das bases de dados escolhidas de maneira geral, utilizando as *strings* refinadas.

*ETAPA 2.2- Análise dos Resultados- Após utilizar a *string* previamente descrita na base de dados SCOPUS, foram encontrados 51 artigos. Após a aplicação dos filtros automáticos, esse número foi reduzido para 34. Em seguida, com base nos critérios de inclusão, identificaram-se 7 artigos alinhados ao escopo da pesquisa e relevantes para responder à pergunta deste trabalho. No entanto, após a análise dos títulos, palavras-chaves e resumos, um desses 7 trabalhos precisou ser excluído, pois estava classificado como “artigo no prelo”, impossibilitando sua leitura completa e análise detalhada, resultado assim em 6 artigos a serem incluídos na pesquisa.

Na base de dados Web of Science, foram inicialmente identificados 20 artigos. Após a aplicação dos filtros, esse número reduziu para 15. No entanto, após as devidas análises, não foi identificado nenhum artigo adicional àqueles já incorporados à SCOPUS. Para fins de delimitação no espaço de tempo, informamos que as pesquisas nas bases de dados foram realizadas no dia 08/04/2025.

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212416
https://proceedings.science/p/212416?lang=pt-br

Ao realizar a técnica *snowball,* encontramos apenas artigos que já haviam sido localizados através das *strings* de busca, portanto, nenhum artigo foi adicionado depois da *snowball*, permanecendo assim 6 artigos que se encaixam na presente pesquisa.

*ETAPA 2.3- Documentação - A fim de destacar os periódicos que apresentam trabalhos publicados relacionados ao tema, uma tabela foi elaborada para indicar a frequência encontrada em cada um deles. Incluímos na tabela as informações relacionadas ao ano de publicação, autores e o país onde o artigo foi desenvolvido. Para visualizar as informações anteriormente mencionadas, confira a Tabela 1.

Tabela 1- Informações gerais sobre os artigos incluídos na pesquisa

PERIÓDICO	TÍTULO DO ARTIGO	ANO	AUTORES	PAÍS DE ORIGEM
Environmental Modeling and Assessment	*Decision analysis methodology to evaluate integrated solid waste management alternatives*	2003	Chambal, Stephen; Shoviak, Mark; Thal Jr., Alfred E.;	Estados Unidos da América
Journal of the Operational Research Society	*A multi-methodological approach to the development of a regional solid waste management system*	2009	Adamides E.D.; Mitropoulos P.; Giannikos I.; Mitropoulos I.;	Grécia
Journal of Cleaner Production	*Integrative multi-attribute negotiation model to define stakeholders' responsibilities in the reverse flow channel*	2021	Silva, W. D. O.; Fontana, M. E.	Brasil
	Transitioning to a circular economy in developing countries: A collaborative approach for sharing responsibilities in solid waste management of a Brazilian craft brewery	2021	Silva, W. D. O.; Morais, D. C.	Brasil
Sustainability (Switzerland)	*A system for the inclusion of the informal recycling sector (IRS) in Mexico city's solid waste management*	2021	Gutiérrez-Galicia, F.; Coria-Páez, A. L.; Tejeida-Padilla, R.; Galicia-Haro, E. F.;	México

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212416
https://proceedings.science/p/212416?lang=pt-br

Pesquisa Operacional	*Prioritization of alternatives in waste management: a case in Pernambuco State, Brazil.*	2024	Silva, E. C. dos S.; Morais, D. C.	Brasil

O primeiro objetivo listado desta pesquisa é mapear os PSMs empregados em estudos relacionados à GRSU. A Tabela 2 apresenta esta relação.

Tabela 2- Análise do PSM utilizado em cada artigo

ARTIGO	PSM UTILIZADO
[Chambal et al. 2003]	VFT
[Adamides et al. 2009]	SSM e SODA
[Silva e Fontana 2021]	SSM
[Silva e Morais 2021]	VFT
[Gutiérrez-Galicia et al. 2021]	SSM
[Silva e Morais 2024]	SSM

O segundo objetivo do estudo é identificar em quais fases da gestão de resíduos sólidos os PSMs foram aplicados e o terceiro objetivo diz respeito ao objetivo de cada artigo analisado, buscando entender como os PSMs auxiliaram os autores em suas problemáticas. Para estes objetivos, a Tabela 3 expõe os resultados.

Tabela 3- Análise da fase da GRSU em que o PSM foi aplicado e os objetivos do uso do PSM no artigo

ARTIGO	FASES DA GRSU EM QUE O PSM FOI APLICADO	OBJETIVOS DO USO DO PSM NO ARTIGO
[Chambal et al. 2003]	*Tratamento; *Disposição final; *Reciclagem; *Planejamento de infraestrutura.	*Apoiar a tomada de decisão sobre qual estratégia de gestão de resíduos seria mais adequada para a estação aérea de Eareckson, considerando as restrições legais, ambientais e operacionais; *Estruturar um problema complexo, com múltiplas alternativas e critérios conflitantes, de forma sistemática e transparente; *Incorporar as preferências do decisor (no caso, o gestor ambiental da estação) por meio da definição de funções de valor e pesos; *Propor soluções integradas, combinando tecnologias como reciclagem, compostagem e diferentes tipos de aterros.

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212416
https://proceedings.science/p/212416?lang=pt-br

[Adamides et al. 2009]	*Geração e descarte de resíduos; *Coleta e transporte; *Tratamento; *Disposição final; *Engajamento público e planejamento institucional.	*Estruturar um problema complexo: A GRSU regional foi reconhecida como uma situação mal estruturada, permeada por conflitos sociais, técnicos e institucionais; *Incorporar múltiplas perspectivas de *stakeholders*, como autoridades municipais, técnicos e cidadãos. *Desenvolver uma visão de longo prazo e estratégias sustentáveis, indo além da simples localização de aterros. *Propor soluções integradas e viáveis, que conectem ações de curto prazo (como novos aterros) a políticas de longo prazo (como reciclagem e tecnologias limpas); *Apoiar a formulação de políticas públicas, incluindo mecanismos institucionais como os sistemas de conscientização pública e avaliação tecnológica.
[Silva e Fontana 2021]	*Coleta e Transporte; *Reutilização e Recondicionamento; *Triagem e Armazenamento; *Educação ambiental e comunicação; *Planejamento institucional e responsabilidade compartilhada.	*Estruturar um problema complexo relacionado à definição de responsabilidades em ações de logística reversa; *Apoiar a negociação colaborativa entre os diversos *stakeholders* (empresa, consumidor, setor público, varejo), promovendo decisões que consideram múltiplas preferências e restrições; *Gerar soluções integradas e formalizadas, que pudessem ser firmadas em contratos e alinhadas à Política nacional de Resíduos Sólidos; *Fomentar o aprendizado social, incentivando a compreensão mútua entre os atores e aumentando o engajamento e adesão às ações planejadas; *Superar limitações dos acordos setoriais existentes, propondo uma alternativa estruturada e participativa para o processo de definição de responsabilidades.

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212416
https://proceedings.science/p/212416?lang=pt-br

[Silva e Morais 2021]	*Tratamento; *Disposição final; *Reciclagem; *Comercialização e reaproveitamento; *Geração e separação.	*Estruturar um problema complexo e multidimensional, considerando diferentes interesses e restrições de segmentos diversos (empresa, governo e catadores); *Apoiar decisões colaborativas, promovendo diálogo e entendimento mútuo entre os envolvidos; *Viabilizar a transição para a economia circular, por meio da definição conjunta de estratégias de logística reversa; *Propor soluções integradas, com clareza de ações e custos atribuídos a cada ator; *Formalizar compromissos através de contratos multissetoriais, fortalecendo a governança e a aplicação da PNRS.
[Gutiérrez-Galicia et al. 2021]	*Separação na origem (domicílios); *Coleta seletiva (bairros); *Triagem e comercialização (nível distrital.	*Entender a complexidade social, política e operacional do sistema de resíduos, que envolve múltiplos atores (autoridades, população, catadores, empresas privadas) com visões de mundo distintas e até conflitantes; *Modelar conceitualmente o sistema atual e o sistema desejado, a partir de uma visão participativa e sistêmica. O uso do CATWOE foi central para identificar os elementos-chave de cada nível (domicílio, bairro, distrito), estruturando as transformações pretendidas no sistema; *Apoiar a criação de uma estrutura organizacional viável, que fosse sensível à realidade local dos catadores e capaz de integrar suas atividades de forma legítima, eficiente e sustentável no sistema público.

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212416
https://proceedings.science/p/212416?lang=pt-br

[Silva e Morais 2024]	*Coleta seletiva de recicláveis; *Triagem de materiais recicláveis; *Transporte de recicláveis.	*Compreender de forma sistêmica os diversos fatores que dificultam a ampliação e melhoria do serviço de coleta seletiva; *Identificar os *stakeholders* envolvidos, suas funções, conflitos e relações no sistema; *Explorar alternativas concretas de ação, a partir da construção de um modelo conceitual baseado nos elementos CATWOE, representando transformações desejáveis no sistema; *Conectar o problema real com uma visão ideal, possibilitando uma comparação estruturada entre a situação atual e a desejada, e, a partir disso, propor mudanças estruturais, procedimentais e atitudinais; *Gerar *inputs* diretos para a etapa posterior de avaliação multicritério (com o método FITradeoff), alimentando o modelo com alternativas e critérios derivados da análise feita com a SSM.

3.3 FASE 3- SAÍDA

*ETAPA 3.1 Alertas- Compreende em definir "alertas" nos principais periódicos identificados (os quais podem ser acompanhados na Tabela 1) durante a condução da pesquisa. O intuito é de rastrear novos trabalhos e assim poder incrementar o repositório de artigos da pesquisa.

*ETAPA 3.2 Cadastro e arquivo- Os artigos que passaram pelos filtros, foram lidos na íntegra, analisados detalhadamente e interpretados. Para armazená-los, utilizou-se o Mendeley, um *software* que permite o upload dos arquivos de cada artigo, além de facilitar a organização, o compartilhamento e a citação de referências. Essa ferramenta também possibilita anotações sobre cada documento, tornando-se um recurso essencial para trabalhos dessa natureza.

*ETAPA 3.3- Síntese e resultados- A RBS realizada permitiu identificar o estado atual da aplicação dos PSMs no contexto da GRSU. Foram selecionados 6 artigos, provenientes das renomadas bases de dados SCOPUS e Web of Science, que atenderam a todos os critérios de inclusão e qualificação estabelecidos.

Observou-se uma predominância da utilização da SSM, presente em 4 dos estudos analisados, sendo em um deles combinado com o SODA. O VFT, identificado em 2 trabalhos, confirmou seu importante papel na estruturação de alternativas estratégias complexas da GRSU.

As fases da gestão de resíduos abordadas pelos artigos concentram-se, principalmente em: coleta, triagem, tratamento, disposição final e planejamento institucional. A aplicação dos PSMs contribuiu para a estruturação de problemas mal definidos, o suporte à negociação entre *stakeholders*, o desenvolvimento de políticas públicas e a proposição de soluções integradas e viáveis para os sistemas de gestão analisados.

Mesmo vendo os resultados relevantes gerados por cada trabalho desenvolvido, ainda há uma escassez de estudos que apliquem PSMs na GRSU, esta é uma lacuna existente na literatura. O SCA, um dos principais PSMs, não foi utilizado em nenhum dos artigos analisados, sua aplicação

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212416
https://proceedings.science/p/212416?lang=pt-br

pode ser apropriada para gerenciar incertezas ao facilitar a comparação interativa das alternativas, identificação de áreas prioritárias e criação de planos de contingência.

Outra lacuna identificada diz respeito a abordagem multimetodológica, o uso combinado de um PSM e um Método Multicritério pode ser eficaz. A modelagem do problema é uma fase crítica no desenvolvimento de modelos multicritério e a utilização de um PSM no processo de estruturação auxilia na compreensão dos diversos aspectos que permeiam o contexto estudado, apoiando assim uma tomada de decisão que conta com uma base sólida.

Dada a capacidade dos métodos em lidar com problemas mal estruturados e integrar diferentes perspectivas, sua aplicação na área de GRSU representa um campo de pesquisa promissor e necessário.

4. Considerações finais

A GRSU é reconhecida como um dos principais desafios ambientais da atualidade, utilizar as ferramentas adequadas para tratar do tema é algo essencial. Dada a finalidade dos PSMs, entendemos o quão importante é usufruir das capacidades desses métodos para tratar problemáticas com tantas particularidades, como é o caso da GRSU.

Este trabalho contribuiu para a compreensão do uso de PSMs na GRSU. Ao realizar uma RBS com um protocolo bem definido, foi possível mapear as abordagens mais utilizadas, identificar as principais aplicações práticas dos métodos e evidenciar a clara escassez de estudos que tratem deste tema de maneira estruturada.

Este trabalho definiu objetivos de pesquisa que pudessem trazer detalhes de como os trabalhos realizados dentro do tema têm sido desenvolvidos. Os resultados obtidos reforçam a relevância dos PSMs como ferramentas fundamentais para lidar com a complexidade, a subjetividade e os conflitos de interesse que caracterizam a GRSU, como amplamente discutido ao longo deste trabalho. Ao mesmo tempo, a lacuna identificada evidencia uma oportunidade estratégica para o avanço acadêmico e a inovação prática na área. Espera-se que a divulgação dos resultados desta pesquisa e revelação da lacuna possam atrair e incentivar mais pesquisadores a tratarem do tema de pesquisa aqui definido.

Para pesquisas futuras, os autores indicam a ampliação dos contextos de aplicação dos PSMs na GRSU, a exploração de abordagens multimetodológicas que combinem PSM e Decisão Multicritério e a exploração dos métodos menos utilizados.

5. Agradecimentos

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

Os autores agradecem à CAPES e à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelo apoio financeiro e institucional concedido.

Referências

Adamides, E. D., Mitropoulos, P., Giannikos, I., & Mitropoulos, I. (2009). A multi-methodological approach to the development of a regional solid waste management system. Journal of the Operational Research Society, 60(6), 758-770.

Chambal, S., Shoviak, M., & Thal, A. E. (2003). Decision analysis methodology to evaluate integrated solid waste management alternatives. Environmental Modeling & Assessment, 8, 25-34.

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212416
https://proceedings.science/p/212416?lang=pt-br

Checkland, P. (1982). Systems thinking, systems practice. European Journal of Operational Research, 11(4), 405-407.

Conforto, E. C., Amaral, D. C., & Silva, S. D. (2011). Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. *Trabalho apresentado*, *8*, 1-12.

Eden, C., & Ackermann, F. (1998). Making strategy: The journey of strategic management. Sage.

Elsheekh, K. M., Kamel, R. R., Elsherif, D. M., & Shalaby, A. M. (2021). Achieving sustainable development goals from the perspective of solid waste management plans. *Journal of Engineering and Applied Science*, *68*, 1-15.

Friend, J., & Hickling, A. (2012). Planning under pressure. Routledge.

Gutiérrez-Galicia, F., Coria-Páez, A. L., Tejeida-Padilla, R., & Galicia-Haro, E. F. (2021). A system for the inclusion of the informal recycling sector (IRS) in Mexico city's solid waste management. *Sustainability*, *13*(22), 12490.

Hoornweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). What a waste: a global review of solid waste management.

Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050. World Bank Publications.

Keeney, R. L. (1992). Value-focused thinking: A path to creative decisionmaking. Harvard University Press.

Mingers, J., & Rosenhead, J. (2004). Problem structuring methods in action. *European journal of operational research*, *152*(3), 530-554.

Rittel, H. W., & Webber, M. M. (1973). Dilemmas in a general theory of planning. *Policy sciences*, *4*(2), 155-169.

Silva, W. D. O., & Fontana, M. E. (2021). Integrative multi-attribute negotiation model to define stakeholders' responsibilities in the reverse flow channel. *Journal of Cleaner Production*, *279*, 123752.

Silva, W. D. O., & Morais, D. C. (2021). Transitioning to a circular economy in developing countries: A collaborative approach for sharing responsibilities in solid waste management of a Brazilian craft brewery. *Journal of Cleaner Production*, *319*, 128703.

Silva, E. C. D. S., & Morais, D. C. (2024). PRIORITIZATION OF ALTERNATIVES IN WASTE MANAGEMENT: A CASE IN PERNAMBUCO STATE, BRAZIL. *Pesquisa Operacional*, *44*, e281064.

Xia, J., Liu, Y., Yang, H., & Zhu, G. (2024). An Optimization Framework for Waste Treatment Center Site Selection Considering Nighttime Light Remote Sensing Data and Waste Production Fluctuations. Applied Sciences (2076-3417), 14(22).

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212416
https://proceedings.science/p/212416?lang=pt-br