

**Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade**

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E PESQUISA OPERACIONAL: UMA ANÁLISE DA PRODUÇÃO**

**SOLID WASTE MANAGEMENT AND OPERATIONS RESEARCH: ANALYSIS OF PRODUCTION**

Elijeane dos Santos Sales e Eugênio de Oliveira Simonetto

**RESUMO**

O gerenciamento de resíduos sólidos cada vez mais tem se tornado estratégico e fundamental para a infraestrutura e gestão das cidades, uma vez que o volume de resíduos produzidos aumenta a cada ano e as condições de armazenamento muitas vezes não acompanha esta tendência. Nesse contexto, investigar quais práticas de gestão podem servir como aporte para os gestores, bem como os modelos utilizados para gerenciamento desses resíduos pode apresentar um passo importante para a definição de práticas mais eficientes para o GRS. Assim, este estudo tem como objetivo analisar os estudos envolvendo o gerenciamento de resíduos sólidos e as técnicas de pesquisa operacional utilizadas para tratar deste problema. Para tanto foi realizado um estudo bibliométrico investigando a partir de duas Bases de Dados quais foram os principais tipos de técnicas de pesquisa operacional associados a este tema.

**Palavras-Chave:** Gerenciamento de Resíduos Sólidos; Pesquisa Operacional, Estudo Bibliométrico

**ABSTRACT**

The solid waste management (SWM) increasingly has become strategic and fundamental for the infrastructure and management of cities, once the volume of waste produced increases every year and the storage conditions often do not accompanies this trend. In this context, investigate which management practices can serve as contribution for managers, as well the models used for managing these waste can present an important step for the definition of more efficient practices for the SWM. Thus, this study aims to analyze the studies involving the solid waste management and the operational research techniques used to address this problem. For both it was conducted a bibliometric study from two Data Bases investigating what were the main types of operations research techniques associated with this theme.

**Keywords:** Solid Waste Management, Operational Research, Bibliometric Study

## 1. INTRODUÇÃO

O gerenciamento de resíduos sólidos cada vez mais tem se tornado estratégico e fundamental para a infraestrutura e gestão das cidades, uma vez que o volume de resíduos produzidos aumenta a cada ano e as condições de armazenamento muitas vezes não acompanha esta tendência.

Para Bani, Rashid, Hamid, Harbawi, Alis, Aris (2009, p. 1) “a gestão de resíduos sólidos é uma questão de alta prioridade para todas as sociedades ao redor do mundo e um grande problema hoje em dia”. Aumentar as taxas de geração de resíduos sólidos e custo de escoamento, a preocupação ambiental e de saúde, limitado espaço de aterro, as alterações legislativas, o clima político, e as atitudes sociais têm impactos sobre os esforços de gestão de resíduos.

Segundo Debnath & Bose (2014) os serviços de resíduos sólidos urbanos em países em desenvolvimento sofrem frequentemente devido à falta de recursos financeiros e autonomia operacional, abordagem científica, e níveis adequados de recursos. Enquanto, as práticas de gestão de resíduos sólidos (*solid waste management*) nos países desenvolvidos são beneficiados em custo e eficiência, em virtude da participação de atores privados e da boa gestão financeira.

Entretanto, as economias em desenvolvimento dependem dos municípios locais para manter e operar serviços de gestão de resíduos sólidos (GRS) em meio a ineficiência estrutural e financeira. Com as demandas de serviços GRS eficientes e de baixo custo aumentando para a população em expansão das cidades e também das cidades das novas nações industrializadas em ascensão, os municípios nesses países estão sob pressão para adotar formas e meios que possam apoiar a utilização eficiente dos recursos e uma melhor capacidade de tomada de decisão. (DEBNATH & BOSE, 2014).

Nesse contexto, investigar quais práticas de gestão podem servir como aporte para os gestores, bem como os modelos utilizados para gerenciamento desses resíduos pode apresentar um passo importante para a definição de práticas mais eficientes para o GRS. Assim, este estudo tem como objetivo analisar os estudos envolvendo o gerenciamento de resíduos sólidos e as técnicas de pesquisa operacional utilizadas para tratar deste problema. Para tanto foi realizado um estudo bibliométrico investigando a partir de duas Bases de Dados quais foram os principais tipos de técnicas de pesquisa operacional associados a este tema.

Este trabalho está disposto da seguinte maneira: primeiramente apresenta-se uma breve revisão bibliográfica contendo alguns aspectos do gerenciamento de resíduos sólidos, pesquisa operacional e system dynamics, os procedimentos metodológicos adotados, análise dos dados com os principais apontamentos sobre o tema e por fim as considerações finais.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Afim de elucidar alguns aspectos sobre o tema a seguir apresenta-se uma breve descrição sobre o gerenciamento de resíduos sólidos alguns aspectos da pesquisa operacional.

### 2.1 Gerenciamento de Resíduos Sólidos (GRS)

Para Monteiro et al. (2001) considerada um dos setores do saneamento básico, a gestão dos resíduos sólidos não tem merecido a atenção necessária por parte do poder público, com isso, compromete-se cada vez mais a já combalida saúde da população, bem como degradam-se os recursos naturais, especialmente o solo e os recursos hídricos. De acordo com Bani et al.

(2009) sem a adequada gestão e melhor tecnologia, os resíduos não podem ser tratados de forma eficiente e podem danificar o meio ambiente ou prejudicar o habitat humano.

Conforme Debnath & Bose (2014, p. 88) “bem alinhadas as políticas de gerenciamento de resíduos sólidos dos serviços municipais em países desenvolvidos estão geralmente ligadas aos objetivos de gerar adequado financiamento para as suas atividades”, o que é conseguido através do serviço taxas cobradas sobre os consumidores, assim este gerenciamento torna-se mais organizado e eficiente. Por sua vez, nos países em desenvolvimento esses serviços de resíduos sólidos urbanos são de propriedade e operados pelas cidades e municípios, mas dependente das agências centrais ou estaduais para financiar as suas atividades (GECHLIK, 2009).

E apesar das práticas de GRS não serem uniformes e muitas vezes incomparáveis entre países em desenvolvimento (Uiterkampa et al., 2011), a literatura de países em desenvolvimento como Bangladesh, Grécia, Índia, Malásia, África do Sul e Taiwan evidencia a comunhão de abordagens convencionais no tratamento de GRS e limitadas parcerias privadas (DEBNATH & BOSE, 2014). Algumas abordagens que foram trabalhadas podem ser observadas no Quadro 1.

Abordagem	Autor
Métodos para melhorar waste-to-energia (WTE) e outras opções de eliminação dos GRS	Cuadros et al., 2011
Aplicação de modelos de valoração contingente para lidar com gases de efeito estufa	Parra et al., 2008
Uso de diferentes métodos de avaliação econômica para rever e analisar a valorização das externalidades de estratégias GRS	Eshet et al., 2006
Impacto econômico dos aterros fechados sobre valores de propriedade	Ham et al., 2013
Consciência ambiental dos municípios, por experimentação, com a adoção de contabilidade ambiental e desenvolvimento de um índice ambiental adequado	Qian e Burritt, 2007
Alocação de veículos para coleta de lixo	Bhat, 1996; Everett & Shahi, 1997
Construção de modelos para impactos ambientais causados pela disposição de lixo, tipo de lixo e a área onde é depositado	Perrodin et al., 2002
Técnicas e métodos de sistemas de apoio a decisão	Huang et al., 1998; Chang and Wei, 2000; Chang et al., 2008; Costi et al., 2004; Sufian & Bala, 2007;

**Quadro 1**-Revisão de Literatura com abordagens sobre o tema

Fonte: Debnath & Bose (2014) e Simonetto et al. (2013) adaptado pelos autores

Debnath & Bose (2014) esses e outros artigos indicam que o sucesso das políticas de GRS depende do quadro jurídico estabelecido, considerações econômicas cuidadosas para financiar as atividades de GRS, adoção de práticas científicas de descarte de lixo, e parceria com o setor privado. Estas medidas são essenciais para reduzir o custo dos serviços de GRS, melhorar a utilização de recursos, e desenvolvimento de cadeias de reciclagem eficientes (Davies, 2007; Tojo, 2008).

Conforme Simonetto, Modro, Dalmolin (2013) a evolução da gestão integrada de resíduos sólidos nos anos recentes tem se tornado uma importante e crítica área para os gestores municipais e ambientais e a população em geral. Uma vez que esses arranjos têm levado a novos problemas a serem considerados, como os ambientais, econômicos e os problemas legais, entre

eles estão os resultados do mal-uso e descarte de lixo, que pode causar impactos graves ao meio ambiente.

Para Brollo e Silva (2000, p.16) embora existam muitos exemplos de gerenciamento de resíduos no Brasil, “aguarda-se pela instituição de uma Política Nacional de Resíduos Sólidos, que traga uma integração de políticas, de planos e de programas”. Machado & Prata (1999) salientam a escassa atuação das autoridades e o desconhecimento de soluções técnicas para solucionar os problemas decorrentes do contínuo crescimento do volume de resíduos sólidos gerados pela população, em especial nos centros urbanos.

Para Bani et al. (2009) o gerenciamento de resíduos sólidos é complexo e um problema multidisciplinar que envolve aspectos econômicos e técnicos. Para os autores muitos pesquisadores têm trabalhado no desenvolvimento econômico baseado em modelos de otimização para o fluxo de alocação para o gerenciamento de resíduos sólidos. Nesse sentido, nos próximos tópicos apresenta-se a metodologia de pesquisa operacional utilizada para desenvolver esse tipo de problema.

## 2.2 Pesquisa Operacional

A pesquisa operacional teve origem nos anos da Segunda Guerra Mundial, quando evidenciou a necessidade de se alocar os recursos escassos de maneira eficiente para otimizar as atividades militares que eram feitas. (HILLIER; LIEBERMAN, 2006; ARENALES et al., 2007; ANDRADE, 2004).

Atualmente ela oferece um mister de ferramentas que auxiliam no processo de tomada de decisões gerenciais, e os realiza por meio da formulação de modelos matemáticos, que podem ser executados com o auxílio de computadores. Goldberg e Luna (2005) comentam que os modelos matemáticos que a pesquisa operacional permite elaborar podem-se dividir em dois grupos: programação linear (PL) e programação não-linear (PNL). E afirmam ainda que na PL as variáveis são ininterruptas e demonstram comportamento linear, no que se refere às restrições, e também à função objetivo, assim é vista como algo a parte dos modelos de programação matemática; e já os modelos PNL, tanto nas suas restrições como na função objetivo, demonstram qualquer forma de não-linearidade, em problemas de programação matemática.

Com o surgimento da programação linear, em meados da década de 40, em destaque o modelo de transporte, foi possível inserir cenários mais complexos que o original. Assim viabilizando um meio de trabalhar com várias regiões de demanda, e também com várias regiões de oferta de matéria-prima. Segundo Nunes (2002), uma das vantagens de se trabalhar com modelos multiregionais é que ele consiste no fluxo de produtos e os preços relativos de mercado ao mesmo tempo.

Dentre as técnicas de Pesquisa Operacional adotadas para essa classe de problemas de gerenciamento de resíduos sólidos estão: a simulação discreta e algoritmos/heurísticas para a resolução do roteamento de veículos. O uso destas técnicas objetiva agregar qualidade ao processo decisório, pois, muitas vezes, as decisões sobre o planejamento da gestão dos resíduos sólidos são tomadas baseadas somente na experiência dos gestores (SIMONETTO e BORENSTEIN, 2006)

Ainda segundo os autores a utilização de ferramentas de Pesquisa Operacional (PO) na Gestão de Resíduos Sólidos surge como uma alternativa viável para o tratamento da complexidade inerente ao processo de coleta seletiva de resíduos sólidos, pois, por meio do uso

destas ferramentas, pode-se representar uma situação do mundo real, estudar seu comportamento (via execução de modelos formais) e tomar decisões com base nas conclusões extraídas. A utilização de técnicas e métodos da PO para o desenvolvimento de estudos na área de coleta de resíduos sólidos já se encontra consolidada como demonstrado nos trabalhos de Bhat (1996); Everett e Shahi (1997); Huang et al. (1998); Chang e Wei (2000); Tanskanen (2000).

### 3. METODOLOGIA

O presente estudo propõe-se a partir de uma pesquisa bibliométrica identificar as principais temáticas de pesquisa operacional associadas à gestão de resíduos sólidos nos últimos 10 anos. Este tipo de pesquisa procura por meio da quantificação de documentos escritos, identificar tendências e possíveis padrões na produção científica. Para Leite Filho (2008, p. 536) este tipo de análise “pode suscitar evidências, tendências, potencialidades, modismos e padrões, proporcionando a possibilidade de reflexão sobre quem publica na área”.

Trata-se de uma abordagem descritiva, uma vez que procura descrever características de um determinado fenômeno (VERGARA, 2006), bem como por identificar, obter informações e descrever características de uma determinada questão (COLLIS & HUSSEY, 2005). Segundo Cooper e Lindsay (1998) o planejamento de uma pesquisa bibliométrica passa por quatro etapas importantes: 1) a escolha da literatura analisada; 2) a avaliação dos dados coletados; 3) a análise e interpretação das informações; e 4) a apresentação dos resultados. Para este estudo foram desenvolvidas as seguintes fases: 1) definição das bases de dados; 2) seleção dos atributos; e 3) análise dos resultados, conforme descrito na Figura 1.

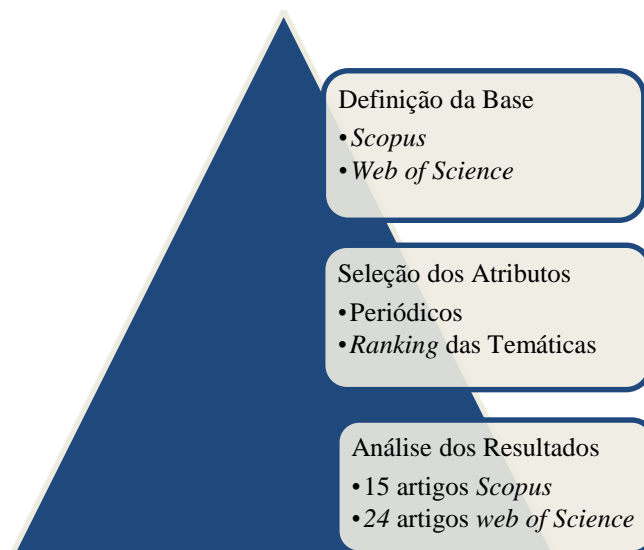


Figura 1. Etapas da Pesquisa

Após a definição das bases de dados *Scopus* e *Web of Science* foram escolhidos quais tributos deveriam ser analisados, assim optou-se por: periódicos com maior número de publicações e também a relação entre as temáticas gerenciamento de resíduos sólidos (*solid waste management*) e pesquisa operacional (*operational research*). Tal seleção objetivou mensurar e identificar como estavam dispostas essa relação nos últimos 10 anos. A escolha por essas bases foi em virtude da sua conceituação no âmbito acadêmico e também do grande número de publicações disponíveis.

#### 3.1. Coleta de Dados

Para tanto, a busca nas bases de dados deu-se da seguinte maneira: no campo *document search* foi inserido o termo *solid waste management e operational research*, que pudesse estar contido no título do artigo, resumo ou palavras-chave, entre o período compreendido entre os anos de 2005 a 2015, e *subject area sciences & humanities*.

Após esta busca inicial, na base de dados *Scopus*, foram encontrados 15 artigos nas áreas de: *Environmental Science, Business, Management & Accounting, Economics, Econometrics & Finance, Engineering, Social Sciences, Decision Science, Energy, Medicine*. Enquanto que na base *Web of Science* foram encontrados 24 artigos nas áreas: *Environmental Sciences, Water Resources, Environmental Studies, Engineering Environmental, Radiology Nuclear Medicine Medical Imaging, Engineering Manufacturing, Operations Research Management Science, Engineering Civil, Engineering Industrial, Public Environmental Occupational Health, Energy Fuels, Chemistry Multidisciplinary, Nuclear Science Technology, Limnology, Biotechnology Applied Microbiology, Management*.

### 3.2. Tratamento de Dados

Assim, com o objetivo de manter somente os artigos que estivessem conforme a temática proposta realizou-se uma triagem nas fontes de dados pesquisadas. Na *Scopus* dos 15 artigos selecionados foram mantidos somente os 7 relativos a área de *Business, Management & Accounting* e 3 de *Decision Sciences* e na *Web of Science* dos 24 foram mantidos 4 de *Operations Research Management Science* e 3 de *Management*.

**Tabela 1.** Número total de artigos analisados

Base	Áreas
Scopus (15)	<i>Business, Management &amp; Accounting</i> (7)
	<i>Decision Sciences</i> (3)
Web of Science (24)	<i>Operations Research Management Science</i> (4)
	<i>Management</i> (3)

Fonte: elaborado pela autora

E com o intuito de verificar se as abordagens gerenciamento de resíduos sólidos e pesquisa operacional estavam associadas foram analisados os títulos, palavras-chaves, os resumos e também os artigos de modo que permitisse identificar a associação entre esses temas. Deste modo, a partir dessa avaliação uma nova seleção de arquivos foi realizada conforme demonstra a análise dos resultados a seguir.

### 4. ANÁLISE DOS DADOS

Salienta-se que na base de dados *Scopus* os 3 artigos de *Decision Sciences* estavam contidos também na área de *Business, Management & Accounting*, conforme o quadro 2, já na base de dados *Web of Science* os 3 artigos de *Management* também estavam contidos na área *Operations Research Management Science* como ilustrado no quadro 3.

Observou-se que 3 dos 4 artigos selecionados na *Scopus* também estavam disponíveis na *Web Of Science*, de modo que essa base continha somente 1 artigo diferente dos demais, sendo assim no total somente 5 artigos atingiram os requisitos para fazer parte da análise, como será apresentado a seguir.

<b>Scopus</b>				
<i>Business, Management &amp; Accounting</i>				
<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Periódico</b>	<b>Ano</b>	<b>Abordagem</b>
An evaluation of technical efficiency and managerial correlates of solid waste management by Welsh SMEs using parametric and non-parametric techniques	Cordeiro, J. J.; Sarkis, J.; Vazquez-Brust, D.; et al.	Journal of the Operational Research Society	2012	Análise de fronteira estocástica, uma técnica econométrica paramétrica para gerar estimativas da eficiência técnica de gestão de resíduos sólidos
A multi-methodological approach to the development of a regional solid waste management system	Adamides, E. D.; Mitropoulos, P.; Giannikos, I.; et al.	Journal of the Operational Research Society	2009	Aplicação combinada de metodologia de sistemas flexíveis, dinâmica de sistemas e otimização multi-objetivo
Managing solid waste through discrete location analysis: A case study in central Portugal	Antunes, A.P., Teixeira, J.C., Coutinho, M.S.	Journal of the Operational Research Society	2008	A abordagem adoptada no estudo se baseou fortemente na aplicação de modelos de localização discretos
Gestão operacional da coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos - Abordagem utilizando um sistema de apoio à decisão	De Oliveira Simonetto, E., Borenstein, D.	Gestão e Produção	2006	Um sistema de apoio à decisão (DSS) para modelar e resolver a recolha de resíduos recicláveis
<i>Decision Science</i>				
<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Periódico</b>	<b>Ano</b>	<b>Abordagem</b>
An evaluation of technical efficiency and managerial correlates of solid waste management by Welsh SMEs using parametric and non-parametric techniques	Cordeiro, J. J.; Sarkis, J.; Vazquez-Brust, D.; et al.	Journal of the Operational Research Society	2012	Análise de fronteira estocástica, uma técnica econométrica paramétrica para gerar estimativas da eficiência técnica de gestão de resíduos sólidos
A multi-methodological approach to the development of a regional solid waste management system	Adamides, E. D.; Mitropoulos, P.; Giannikos, I.; et al.	Journal of the Operational Research Society	2009	Aplicação combinada de metodologia de sistemas flexíveis, dinâmica de sistemas e otimização multi-objetivo
Managing solid waste through discrete location analysis: A case study in central Portugal	Antunes, A.P., Teixeira, J.C., Coutinho, M.S.	Journal of the Operational Research Society	2008	A abordagem adoptada no estudo se baseou fortemente na aplicação de modelos de localização discretos

Quadro 2- Resultados da Base *Scopus*

<i>Web of Science</i>				
<i>Operations Research Management Science</i>				
<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Periódico</b>	<b>Ano</b>	<b>Abordagem</b>
An evaluation of technical efficiency and managerial correlates of solid waste management by Welsh SMEs using parametric and non-parametric techniques	Cordeiro, J. J.; Sarkis, J.; Vazquez-Brust, D.; et al.	Journal of the Operational Research Society	2012	Análise de fronteira estocástica, uma técnica econométrica paramétrica para gerar estimativas da eficiência técnica de gestão de resíduos sólidos
Optimisation of sludge treatment and transport	Mitchell, G.; Beasley, J. E.	Journal of the Operational Research Society	2011	Modelo de programação linear para o problema de tratamento e distribuição, de forma eficaz, de lodo.
A multi-methodological approach to the development of a regional solid waste management system	Adamides, E. D.; Mitropoulos, P.; Giannikos, I.; et al.	Journal of the Operational Research Society	2009	Aplicação combinada de metodologia de sistemas flexíveis, dinâmica de sistemas e otimização multi-objetivo
<i>Management</i>				
An evaluation of technical efficiency and managerial correlates of solid waste management by Welsh SMEs using parametric and non-parametric techniques	Cordeiro, J. J.; Sarkis, J.; Vazquez-Brust, D.; et al.	Journal of the Operational Research Society	2012	Análise de fronteira estocástica, uma técnica econométrica paramétrica para gerar estimativas da eficiência técnica de gestão de resíduos sólidos
Optimisation of sludge treatment and transport	Mitchell, G.; Beasley, J. E.	Journal of the Operational Research Society	2011	Modelo de programação linear para o problema de tratamento e distribuição, de forma eficaz, de lodo.
A multi-methodological approach to the development of a regional solid waste management system	Adamides, E. D.; Mitropoulos, P.; Giannikos, I.; et al.	Journal of the Operational Research Society	2009	Aplicação combinada de metodologia de sistemas flexíveis, dinâmica de sistemas e otimização multi-objetivo

Quadro 3 – Resultados da *Web of Science*



A partir da análise dos quadros observa-se que nos últimos 10 anos foram poucos os artigos envolvendo a temática de gestão/gerenciamento de resíduos sólidos associadas à pesquisa operacional. Este fato, pode ser explicado pelo significativo número de trabalhos que tem privilegiado, nos últimos anos outros métodos para tratar o problema como o *system dynamics* e também os sistemas de apoio à decisão (SAD), fato esse corroborado pelo artigo de Bani et al. (2009) no qual os autores apresentam vários estudos com a temática de gerenciamento de resíduos sólidos realizados, em diferentes países, com o aporte dos SAD.

Outro fator que pode explicar o baixo número de trabalhos, pode estar associado a própria temática de GRS no âmbito da administração/pesquisa operacional, pois por se tratar de um tema multidisciplinar, outras áreas do conhecimento também se apropriam deste tema e muitas análises podem estar sendo feitas em outras áreas de conhecimento que não as relacionadas à gestão.

#### 4.1. Trabalhos Selecionados

O trabalho de Cordeiro, Sarkis, Vazquez-Brust et al. (2012) procurou por meio da análise de fronteira estocástica, uma técnica econométrica paramétrica, gerar estimativas da eficiência técnica de gestão de resíduos sólidos de 299 pequenas e médias empresas (PME) do País de Gales em 2003. Os autores demonstraram que os scores do ranking e de eficiência das PME Galês estudadas apresentaram correlação significativa com a não-paramétrica análise envoltória de dados (DEA) das medidas de eficiência e estão relacionados com a utilização de práticas de auditoria ambiental e o uso de grupos de apoio às empresas locais, mas não para o monitoramento dos gastos de resíduos e publicação de políticas ambientais.

O estudo de Adamides, Mitropoulos, Giannikos et al. (2009) por sua vez apresenta o problema de gerenciamento de resíduos sólidos (GRS) e seu processo de solução sob uma abordagem mais holística, adotando um ponto de vista multi metodológico, no qual foram aplicadas a combinação de metodologia de sistemas flexíveis, dinâmica de sistemas e otimização multi-objetivo em um projeto de pesquisa-ação para o desenvolvimento de um sistema de GRS para uma região específica na Grécia.

Antunes, Teixeira & Coutinho (2008) descrevem um estudo feito nas Universidades de Aveiro e Coimbra, Portugal, sob contrato com a ERSUC, empresa responsável pelo sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos na área do Litoral Centro de Portugal, para ajudar a empresa a determinar a melhor maneira de replantar o sistema existente. A abordagem adotada no estudo se baseou na aplicação de modelos de localização discretos.

Enquanto, Simonetto e Borenstein (2006) apresentam um sistema de apoio à decisão (SAD) para modelar e resolver a recolha de resíduos recicláveis, onde o sistema de computador tinha como objetivos: a) definir a alocação e roteamento dos veículos; b) determinar a quantidade de resíduos sólidos para ser enviado para cada unidade experimental de resíduos recicláveis; e c) gerar cenários operacionais para ser tidos em conta no processo de decisão. Para realizar esses objetivos o SAD utilizou-se de duas técnicas de investigação: simulação e de atribuição de algoritmos/VRP. Para tanto, também foi realizado um estudo computacional com dados reais da recolha de resíduos sólidos em Porto Alegre, Brasil, em que foi possível observar que os resultados fornecidos pelo sistema computacional superavam o planejamento da operação adotado.

Já Mitchell & Beasley (2011) descreveram alguns trabalhos realizados no Reino Unido no sentido de melhorar a eficácia de uma rede de tratamento e distribuição de resíduos e posteriormente desenvolveram um modelo de programação linear para o problema de tratamento e distribuição de lodo de forma eficaz, ademais o modelo foi implementado em uma empresa regional de água no Reino Unido a *Yorkshire Water*.

Desse modo, este breve estudo levanta possibilidades de pesquisas nesta área de gerenciamento de resíduos sólidos bem como a utilização de métodos de pesquisa operacional para este fim. Salienta-se que as bases de dados selecionadas foram escolhidas por apresentar relevância no contexto acadêmico e esperava-se que mais evidências sobre o tema fossem encontradas. Em âmbito nacional, foi observada a base de dados SPELL, mas os resultados encontrados não estavam em conformidade com o objetivo deste estudo.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim, este estudo teve como objetivo analisar os estudos envolvendo o gerenciamento de resíduos sólidos e as técnicas de pesquisa operacional utilizadas para tratar deste problema. Para tanto foram analisadas duas bases de dados: *Scopus* e *Web of Science*, no período de 10 anos (2005-2015), no qual foram selecionados 5 artigos com os temas associados.

Apesar da necessidade crescente de políticas e práticas de gerenciamento de resíduos sólidos e de estudos científicos para melhor desenvolver as práticas desse problema, os resultados deste estudo bibliométrico mostraram que poucos trabalhos acadêmicos associando à temática de gerenciamento de resíduos sólidos e pesquisa operacional foram desenvolvidos nos últimos 10 anos.

Esta análise pode ser um indício de que estudos que tem sido feito na área de GRS podem estar privilegiando outros métodos de pesquisa que não a pesquisa operacional e consequentemente sua demonstração matemática. Além disso, por se tratar de um tema multidisciplinar, outras áreas do conhecimento que não as relacionadas à gestão podem estar se apropriando deste assunto, o que acaba migrando estas análises para outras áreas.

Como limitação este estudo pesquisou somente duas bases de dados e poucos temas relacionadas, sugere-se para estudos futuros que outros temas associados à gestão/gerenciamento de resíduos sólidos sejam trabalhados afim de aumentar a extensão de análise.

Desse modo, este breve estudo procurou levantar possibilidades de pesquisas na área de gerenciamento de resíduos sólidos em especial àquelas relacionadas com a adoção de métodos de pesquisa operacional. Assim, a partir da evidência deste *gap* de pesquisa espera-se que estudos na área de administração sejam desenvolvidos na GRS com associação à pesquisa operacional de modo a contribuir para a melhor compreensão e desenvolvimento das práticas vigentes.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMIDES, E. D.; MITROPOULOS, P.; GIANNIKOS, I.; & MITROPOULOS, I. A multi-methodological approach to the development of a regional solid wastemanagement system. **Journal of the Operational Research Society** v. 60, p. 758-770, 2009.
- ANDRADE, E. L. de. **Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para análise de decisões**. 4.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.
- ARENALES, M. ARMAMENTO, V.; MORABITO, R. & YANASSE, H. **Pesquisa Operacional** – para cursos de Engenharia. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- BANI, M. S.; RASHID, Z. A.; HAMID, K. H. K. ; HARBAWI, M. E.; ALIAS, A.B. & ARIS, M. J. The Development of Decision Support System for Waste Management; a Review. **International Scholarly and Scientific Research & Innovation**, v. 3, n. 1, 2009.

- BHAT, VN. A model for the optimal allocation of trucks for the solid waste management. **Waste Management & Research**, v. 14, p. 87-96, 1996.
- BROLLO, MJ. & SILVA, M. Política e gestão ambiental em resíduos sólidos. Revisão e análise sobre a atual situação no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21, 2000, João Pessoa, **Anais...** João Pessoa: CNESA, 2000.
- CHANG, N.; PARVATHINATHAN, G.; & BREEDEN, JB. Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast growing urban region. **Journal of Environmental Manage**, v. 87, p. 139-153, 2008.
- CHANG, N.; & WEI, Y. Siting recycling drop-off in urban area by genetic algorithm-based fuzzy multiobjective nonlinear integer programming modeling. **Fuzzy Sets and Syst.** v. 114, p. 133-149, 2000.
- COLLIS, J., & HUSSEY, R. **Pesquisa em administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação** (2a. ed.). Porto Alegre: Bookman, 2005.
- COSTI, P.; MINCIARDI, R.; ROBBA, M.; ROVATTI, M.; & SACILE, R. An environmentally sustainable decision model for urban solid waste management. **Waste Manage**, v. 24, n.3, p. 277-295, 2004.
- COOPER, H. M., & LINDSAY, J. J. Research synthesis and meta-analysis. In: L. Bickman & D. J. Rog. **Handbook of applied social research methods**. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 1998, p.315-342.
- CUADROS, F; LÓPEZ-RODRÍGUEZ, F.; RUIZ-CELMA, A.; RUBIALES, F.; & GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, A. Recycling reuse and energetic valuation of meat industry wastes in Extremadura (Spain). **Resources Conservation and Recycling**, v. 55, p. 393–9, 2011.
- DAVIES, S. UK municipal waste management: from a public service to a globalised industry. **Competition and Change**, v.11, n.1, p.39–57, 2007.
- DEBNATH, S. & BOSE, S.K. Exploring full cost accounting approach to evaluate cost of MSW services in India. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 83, p. 87– 95, 2014.
- ESHET T.; AYALON O.; & SHECHTER, M. Valuation of externalities of selected waste management alternatives: A comparative review and analysis. **Resources Conservation and Recycling**, v. 36, p. 335–64, 2006.
- EVERETT, JW.; & SHAHI, S. Vehicle and labor requirements for yard waste collection. **Waste Management & Res**, v. 15, p. 627-640, 1997.
- GECHLIK, M. Making transfer of clean technology work: lessons of the clean development mechanism. **San Diego International Law Journal** v. 11, p. 227–86, 2009.
- GOLDBARG, M. C. & LUNA, H. P. L. **Otimização Combinatória e Programação Linear: Modelos e algoritmos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2005.
- HAM Y-J.; MADDISON DJ.; & ELLIOTT, RJ. The valuation of landfill disamenities in Birmingham. **Ecological Economics**, v. 85, p. 116–29, 2013.
- HILLIER, F. S. & LIEBERMAN, G. J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 8. ed. São Paulo:McGraw-Hill, 2006.
- HUANG, GH.; BAETZ, BW.; & PATRY, GG. Trash-Flow Allocation: Planning Under Uncertainty. **Interfaces**, v. 28, n. 6, p. 36-55, 1998.
- LEITE FILHO, G. A. Padrões de produtividade de autores em periódicos de congressos na área de contabilidade no Brasil: um estudo bibliométrico. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 12, n. 2, p. 533-554, abr./jun 2008.
- MACHADO, AV.; & PRATA, Fº. DA. Gestão de resíduos sólidos urbanos em Niterói. Rio de Janeiro, RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20, 1999, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro: CNESA, 1999.

- MONTEIRO, JHP et al. **Handbook for Integrated Management of Solid Waste**. Brazilian Institute of Municipal Administration, Rio de Janeiro. (In Portuguese), 2001.
- NUNES, L. F. **Um algoritmo heurístico para a solução de problemas de grande escala de localização de instalações com hierarquias**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Produções) - Departamento de Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- PARRA, S.; AGUILAR FJ.; & CALATRAVA, J. Decision modelling for environmental protection: the contingent valuation method applied to greenhouse waste management. **Biosystems Engineering**, v. 99, p. 469–77, 2008.
- PERRODIN, Y.; GOBBEY, A.; GRELLIER-VOLATIER, L.; CANIVET, V.; FRUGET, JF.; GILBERT, J.; TEXIER, C.; CLUZEAU, D.; GROS, RL.; POLY, F.; & JOCTEUR-MONROZIER, L. Waste ecocompatibility in storage and reuse scenarios: global methodology and detailed presentation of the impact study on the recipient environments. **Waste Manage**, v. 22, p. 215-228, 2002.
- QIAN W.; & BURRITT, R. Environmental accounting for waste management: a study of local governments in Australia. **Environmentalist**, v. 27, p. 143–54, 2007.
- SIMONETTO, E. de O. & BORENSTEIN, D. Gestão operacional da coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos – abordagem utilizando um sistema de apoio à decisão. **Gestão & Produção**, v. 13, n. 3, p.449-461, set.-dez, 2006.
- SIMONETTO, E. de O.; MODRO, N. R.; & DALMOLIN, L. C. Assessment of Energy Saving in Waste Recycling using System Dynamics. **Rev. Adm. UFSM**, Santa Maria, v.6, n. 2, p. 319-332, Jun. 2013
- SUFIAN, MA.; & BALA, BK. Modeling of urban solid waste management system: The case of Dhaka city. **Waste Management**, v.27, n.7, p. 858- 868, 2007.
- TANSKANEN, JH. Strategic planning of municipal solid waste management. **Resourc. Conserv. and Recycl**, v.30, p. 111-133, 2000.
- TOJO, N. **Evaluation of waste management policy and policy instruments**. Lund: International Institute for Industrial Environmental Economics, Lund University; 2008.
- UITERKAMPA, BJ; AZADIB, H; & HOC P. Sustainable recycling model: a comparative analysis between India and Tanzania. **Resources Conservation and Recycling**, v. 55, p. 44–55, 2011
- VERGARA, S. C. **Métodos de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2006.