

# REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE PRÁTICAS AMBIENTAIS NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE LABORATÓRIOS QUÍMICOS

Cynthia Firmino Aires<sup>1</sup>

Handson Claudio Dias Pimenta<sup>2</sup>

## Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Líquidos

### Resumo

O gerenciamento dos resíduos de laboratórios químicos se torna fundamental para evitar a ocorrência de impactos ambientais devido às suas características de periculosidade. Assim, o presente estudo teve como objetivo realizar uma análise bibliométrica da literatura sobre as práticas ambientais no gerenciamento de resíduos em laboratórios químicos. Para tanto, uma busca por artigos em Inglês publicados entre o período de 1996 a 2018 foi procedida em três bases de dados: Scielo, Web of Science e Scopus. No total, 19 artigos foram analisados, sendo observado que os estudos acerca do gerenciamento dos resíduos são ainda recentes. O Brasil é um dos países que mais publica acerca dessa temática, principalmente por departamentos relacionados à química e engenharia química. Os periódicos que tiveram mais frequência nas publicações dos artigos foram o Química Nova e Waste Management. No tocante à metodologia, os artigos possuem uma base empírica, através do desenvolvimento de estudos de caso. Finalmente, as práticas ambientais mais adotadas pelos laboratórios foram o tratamento, a reutilização/reciclagem de resíduos, práticas que envolvem a disseminação do conhecimento, a minimização de resíduos e caracterização/segregação dos resíduos.

**Palavras-chave:** Gerenciamento de Resíduos; Práticas Ambientais; Laboratórios Químicos.

## INTRODUÇÃO

O uso de laboratórios em universidades e instituições de pesquisas é primordial para o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos pela articulação da teoria à prática (HO; CHEN, 2018). Entretanto, esses locais podem vir a causar problemas ambientais pela geração de uma variedade de resíduos químicos, muito deles perigosos, sendo por isso uma temática crescente nas discussões relacionadas aos impactos ambientais (NASCIMENTO; TENUTA FILHO, 2010).

De acordo com a Lei 12.305/2010, o gerenciamento de resíduos está relacionado a adoção de várias práticas ambientais que contemplam desde a coleta até a destinação final dos resíduos (BRASIL, 2010). Em adição, uma forma de contribuir para a redução dos problemas causados pelo manejo inadequado dos resíduos, é associar programas de gerenciamento com outras práticas ambientais de menor complexidade (VEGA et al., 2008).

---

<sup>1</sup> Discente do Programa de Pós-graduação em Uso Sustentável de Recursos Naturais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN–Campus Natal–Central). E-mail: aires.cynthia@gmail.com.

<sup>2</sup> Coordenador do Programa de Pós-graduação em Uso Sustentável de Recursos Naturais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN–Campus Natal–Central). E-mail: handson.pimenta@ifrn.edu.br.

Contudo, mesmo os resíduos químicos possuindo características de se tornarem resíduos perigosos, ainda são poucos os estudos que abordam conhecimentos dessa temática de gestão de resíduos para laboratórios. Por exemplo, Lara et al. (2017) destacaram a implementação de práticas ambientais em laboratórios de várias universidades no México como programa de segregação e rotulagem mais econômicas, conferências e seminários para treinar professores e estudantes com incentivo à cultura ambiental, sendo esse considerado o maior legado do programa.

O presente estudo teve como objetivo realizar uma análise bibliométrica da literatura sobre as práticas ambientais no gerenciamento de resíduos em laboratórios químicos contemplando artigos publicados nos últimos 22 anos. Esta revisão contribui para o conhecimento apresentando uma abordagem global sobre as pesquisas atuais, compilando informações e atualizando o campo para futuros estudos, servindo, portanto, de base a outras pesquisas em áreas similares (YIN; GONG; WANG, 2018).

## **METODOLOGIA**

Uma revisão sistemática de literatura (RSL) foi conduzida com base na metodologia de Tranfield et al. (2003) e Denyer e Tranfield (2006). Uma RSL permite desenvolver um resumo das informações sobre o tema estudado por meio do mapeamento e avaliação dos estudos existentes e assim formular uma questão de partida para a pesquisa (TRANFIELD et al., 2003).

Esse método segue uma sistemática que compreende quatro etapas: planejamento, pesquisa, triagem e análise. Para etapa de planejamento, a seguinte questão-problema norteou a pesquisa: Quais são as práticas ambientais usadas em laboratórios químicos para o gerenciamento dos resíduos gerados? Para responder a essa questão, a pesquisa partiu da combinação de 17 palavras-chave. A próxima fase avançou para a busca de artigos em três bases de dados: *Scielo*, *Web of Science* e *Scopus*. A busca dos artigos iniciou pela combinação de três ou mais palavras utilizando-se o conector booleano “AND”, sendo elas: “chemical laborat\*”, environment\*, management, practice\*, waste, "chemical waste", "hazard waste", universit\*, e "laborat\*".

Para a etapa de triagem, foram utilizados como fatores includentes: estudos publicados em Inglês a partir de 1996 até junho de 2018 e alinhamento com a questão-problema. Um total de 2.518 artigos foram encontrados. Entretanto, 2.485 foram descartados por não estarem alinhados ao tema do estudo, sendo os principais relacionados aos rejeitos de laboratórios da área de saúde, segurança de laboratórios e resíduos urbanos. Como resultado, a restrição

selecionou 32 artigos. Após a remoção de duplicatas, uma amostragem final de 19 artigos foi estabelecida. Por fim, na etapa de análise, uma bibliometria foi conduzida focando no período temporal, na localização do artigo com base no primeiro autor, na dimensão acadêmica ou empresarial, nas principais metodologias empregadas e nas práticas mais citadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da literatura evidenciou que os estudos relacionados ao gerenciamento de resíduos é uma prática recente, compreendendo pesquisas do período de 2000 até o presente. A investigação desses estudos iniciou de forma oscilante aproximadamente em 2003 e com ascensão de publicações a partir de 2006, como os de Imbrosi et. al, (2006), Drummond (2006) e Benatti, Tavares e Guedes (2006), tendo em comum a busca pela destinação correta dos resíduos bem como a possibilidade do seu tratamento.

No tocante à contribuição dos países em estudos dessa temática no mundo, o Brasil se sobressaiu com a colaboração de 8 publicações, seguido do México e Reino Unido com 2 cada. Enfatiza-se que essas pesquisas possuem uma distribuição geográfica ampla cobrindo 5 continentes, com ênfase para o americano com representantes dos EUA, Canadá, Brasil e México.

Relacionado à dimensão dos estudos, foi predominante em laboratórios de pesquisa e universidades em 100% dos casos, não sendo encontrado nenhuma pesquisa sobre laboratórios privados. Constatou-se ainda um domínio da área da química e engenharia química com 9 artigos desenvolvidos, seguida pela engenharia ambiental e sanitária com 4. Referente à metodologia mais empregada para realização de gerenciamento de resíduos, o estudo de caso predominou em 15 publicações e a pesquisa experimental em 4. Quanto aos periódicos com maior publicação, o brasileiro Química Nova se destacou com 4 publicações, corroborando com a constatação de Gerbase et. al., (2005) quando atribuíram a importância dessa revista na colaboração em pesquisas relacionadas ao gerenciamento dos resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa no país. No cenário internacional, 3 artigos foram publicados pelo periódico “Waste Management”.

Em relação às práticas ambientais no gerenciamento de resíduos foram identificadas com maior frequência: o tratamento interno e a reutilização/reciclagem de resíduos com 9 citações cada. As práticas que envolvem a disseminação do conhecimento para alunos, docentes e equipe administrativa como as conferências, seminários, cursos e treinamentos tiveram 8 referências, cujo tema mais abordado se referia à educação ambiental. E por último, a

minimização de resíduos químicos (por exemplo: NASCIMENTO; TENUTA FILHO, 2010, MOONEY, 2004, IMBRIOSI et al., 2006) e caracterização/segregação dos resíduos (como exemplo: LEITE; ALCÂNTARA; AFONSO, 2008, DRUMMOND, 2006, ALBERGUINI; SILVA; REZENDE, 2003) foram mencionados 7 vezes cada uma.

O maior número de citações para o tratamento interno foi decorrente de processos de oxidação como os estudos de Benatti, Tavares e Guedes (2006) e Smyth, Fredeen e Booth (2010) e a reutilização/reciclagem de resíduos químicos como pesquisa de Zach (2000) e Ho e Chen (2018).

Ho e Chen, 2018 enfatizaram em seus estudos a importância da educação e treinamentos de estudantes como também da equipe administrativa. Os temas mais relevantes identificados por esses autores eram associados à proteção e a segurança ambiental em laboratórios.

Quanto à minimização de resíduos, consiste em qualquer ação que consiga reduzir a quantidade ou toxicidade de um componente (NASCIMENTO; TENUTA FILHO, 2010). Destacam-se como exemplos, experimentos em mini escala utilizando pequenas quantidades de produtos químicos que são suficientes para análises (BENATTI, TAVARES E GUEDES, 2006).

Destacam-se ainda outras práticas ambientais identificadas em menor frequência: inventário de produtos químicos, sistemas para rastreamento e gerenciamento de substâncias químicas e resíduos perigosos.

Uma tendência observada de novos estudos referente à temática da gestão de resíduos de laboratórios configura a utilização de um modelo da análise do ciclo de vida, visando a melhoria contínua da qualidade com a definição das metas e escopo, análise fatorial de riscos, avaliação de impactos bem como o rastreamento contínuo dos resíduos (HO; CHEN, 2018).

## CONCLUSÕES

A análise bibliométrica analisou sistematicamente o corpo das pesquisas globais em gerenciamento de resíduos em laboratórios, apontando que esses estudos são recentes e que o Brasil é um dos países que mais contribui com publicações, principalmente pelos departamentos relacionados à química. No tocante à metodologia, os artigos possuem uma base mais empírica, através de estudos de caso. Os periódicos publicados com maior frequência foram o Química Nova e Waste Management. Finalmente, as práticas ambientais mais citadas foram o tratamento, a reutilização/reciclagem de resíduos, práticas que envolvem a disseminação do conhecimento, a minimização de resíduos e caracterização/segregação dos resíduos.

Foi constatado uma carência de estudos relacionados aos resíduos líquidos perigosos em laboratórios como também a necessidade de mais estudos sobre outras práticas ambientais aplicáveis em laboratórios químicos, por exemplo mudança na grade curricular dos cursos de química e a implementação de uma equipe de gerenciamento de resíduos em instituições de ensino.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. 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] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2 de agosto de 2010.

DENYER, D.; TRANFIELD, D. Using qualitative research synthesis to build an actionable knowledge base. **Management Decision**, v. 44, p. 213-227, 2006.

GERBASE, A. E.; COELHO, F. S.; MACHADO, P. F. L.; FERREIRA, V. F. Gerenciamentos de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa. **Química Nova**, v. 28, p. 3, 2005.

HO, C. C.; CHEN, M. S. Risk assessment and quality improvement of liquid waste management in Taiwan University chemical laboratories. **Waste Management**, v. 71, p. 578-588, 2018.

LARA, E. R. et al. A comprehensive hazardous waste management program in a Chemistry School at a Mexican university. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 1488-1491, 2017.

NASCIMENTO, E. S.; TENUTA FILHO, A. Chemical waste risk reduction and environmental impact generated by laboratory activities in research and teaching institutions. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 46, n. 2, p. 187-198, 2010.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. **British Journal of Management**, v. 14, p. 207-222, 2003.

VEGA, C.; OJEDA-BENITEZ S; RAMÍREZ-BARRETO, E. Solid waste characterization and recycling potential for a university campus. **Waste Management** v. 28, p. 21-26, 2008.

YIN, J.; GONG, L.; WANG, SEN. Large-scale assessment of global green innovation research trends from 1981 to 2016: A bibliometric study. **Journal of Cleaner Production**, v. 197, p. 827-841, 2018.

A lista completa das referências analisadas nessa revisão sistemática da literatura está disponível em:  
<http://www.filedropper.com/listacompletadosartigos>