

Resíduos sólidos no Brasil: contexto, lacunas e tendências

Solid waste in Brazil: context, gaps and trends

Rafael Mattos Deus¹, Rosane Aparecida Gomes Battistelle², Gustavo Henrique Ribeiro Silva³

RESUMO

O tema resíduos sólidos está em evidência na sociedade moderna, fato observado pela recente implantação da diretiva europeia, e no Brasil, com a criação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Entender o impacto dessa política na produção científica nacional é essencial para traçar novos rumos e tendências de pesquisa. Por meio de um estudo bibliométrico e cientométrico, esta pesquisa traçou o contexto nacional e global dos últimos 20 anos e encontrou áreas em que as pesquisas avançaram, como em resíduos sólidos urbanos, e lacunas essenciais para desenvolver mais o estado-da-arte nacional, como resíduos sólidos do transporte. Assim, os resultados encontrados fazem deste estudo uma ferramenta plausível como justificativa para novas pesquisas no tema.

Palavras-chave: resíduos sólidos; bibliometria; cientometria; sustentabilidade; tendências.

ABSTRACT

The theme of solid waste is in high evidence today, a fact noted by the recent implementation of the European directive, and in Brazil, by the National Solid Waste Policy. Understanding the impact of this policy on the national scientific production is essential to plan new directions and research trends. Through a bibliometric and scientometric studied, this research analyzed the national and global context of the last 20 years and found areas in which research progressed, as municipal solid waste, and essentials gaps to develop more the national state-of-the-art, as solid waste of transport. So, the results of this study are a plausible tool to justify for further research on this topic.

Keywords: solid waste; bibliometrics; scientometrics; sustainability; trends.

INTRODUÇÃO

Resíduos sólidos e sua importância

Os seres humanos sempre produziram resíduos como parte da vida e desde a mudança da vida nômade, por volta de 10 mil anos a.C., quando começaram a viver em comunidades, a produção de resíduos sólidos tem aumentado. Ao longo dos séculos as cidades se desenvolveram e algumas delas criaram políticas sanitárias, mas para muitas outras a ação para com a questão dos resíduos sólidos começou somente quando este se tornou um problema sanitário, apresentando perigo à sociedade. Portanto, até a Revolução Industrial não foi dada importância às condições sanitárias da sociedade (WILSON, 2007; WORRELL & VESILIND, 2011).

Após a Revolução Industrial, os resíduos começaram a ganhar importância, principalmente para a saúde pública, entretanto é a partir de 1970 que os resíduos realmente tiveram um peso ambiental, tanto

em nível nacional quanto internacional, pois o tema foi abordado em grandes encontros mundiais, como nas conferências de Estocolmo, em 1972, em seguida na ECO 92, no Rio de Janeiro e, em 1997, na de Tibilisi (VELLOSO, 2008; WILSON, 2007).

Essa mudança evidencia o interesse na gestão de resíduos sólidos nos municípios, assim como destaca as tendências de alterações na composição dos resíduos. Portanto, nos municípios de hoje, os resíduos sólidos são coletados e destinados a um local específico ou processados para serem reutilizados. Essa recente mudança faz parte da “Revolução da Redução de Resíduos”, que é consequente das mudanças econômicas e sociais (WORRELL & VESILIND, 2011), as quais pressionaram alterações em leis, nacionais e internacionais, que enfatizam a prática da não geração e redução de resíduos (BRASIL, 2010; EUROPEAN PARLIAMENT, 2008).

Essas transformações políticas são essenciais, pois a gestão dos resíduos sólidos como parte da infraestrutura municipal exige

¹Mestre pelo Programa de Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia de Bauru da Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Bauru (SP), Brasil.

²Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental e do Departamento de Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia de Bauru da UNESP – Bauru (SP), Brasil.

³Professor Assistente Doutor do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Faculdade de Engenharia de Bauru da UNESP – Bauru (SP), Brasil.

Endereço para correspondência: Rafael Mattos Deus – Avenida Engenheiro Edmundo Carrijo Coube, 14-01 – Vargem Limpa – 17033-360 – Bauru (SP), Brasil – E-mail: rafaelmdeus@gmail.com

Recebido: 20/01/14 – **Aceito:** 05/03/15 – **Reg. ABES:** 129347

planejamento, manutenção, recursos e operação (ALM, 2015). Portanto, tratar esse tema com descaso contraria as tendências dos países desenvolvidos. Então, países em desenvolvimento, como o Brasil, precisam investir no crescimento científico, teórico e prático na gestão dos resíduos sólidos, permitindo a criação de estratégias participativas, contextualizadas e adaptativas que permitam um progresso real para a fortificação da infraestrutura do país (MARSHALL & FARAHBAKHS, 2013).

A respeito do termo e definição de “resíduos sólidos”, segundo o *Dictionary of Water and Waste Management* (SMITH & SCOTT, 2005), inclui-se nesse tópico os resíduos comerciais, resíduos de construção e demolição, resíduos domésticos, resíduos de jardim, resíduos industriais, etc. O termo pode excluir alguns resíduos que são sólidos e têm características importantes, como os resíduos perigosos e os resíduos radioativos.

Segundo Pichtel (2005), resíduo sólido pode ser definido como um material sólido com valores econômicos negativos, que tornam o descarte mais barato do que seu uso. Entretanto, essa definição entra em contradição com os parâmetros atuais que ressaltam o valor econômico dos resíduos, como observado na Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, regulamentada pelo decreto 7.404, de 23 de dezembro de 2010, que dispõe sobre a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil e define resíduos sólidos como:

[...] 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)

Os resíduos sólidos podem ser classificados conforme a sua procedência em:

1. residencial;
2. comercial;
3. institucional;
4. construção e demolição;
5. serviços municipais;
6. centrais de tratamento;
7. industrial; e
8. agrícola (TCHOBANOGLOUS & KREITH, 2002).

Por meio dessa classificação é possível observar o quão permeados os resíduos estão na sociedade e quão importante é estudá-los

para melhorar a coleta, o tratamento e a disposição final, pois a sua gestão envolve um grande número de *stakeholders*, relacionando, além da tecnologia utilizada, os aspectos ambientais, sociais e econômicos, incluindo seus custos (GUERRERO; MAAS; HOGLAND, 2013). Alguns estudos mostram que tem sido crescente o número de pesquisas que abordam os aspectos dos resíduos sólidos, demonstrando a importância dessa área para a sociedade e a academia científica (FU *et al.*, 2010; YANG *et al.*, 2013a; YANG *et al.*, 2013b).

Para o Brasil, o investimento na gestão de resíduos sólidos é essencial para seu desenvolvimento e crescimento, principalmente para a solidificação de sua infraestrutura. É possível utilizar o potencial de biogás para a geração de energia (LINO & ISMAIL, 2011; OLIVEIRA & ROSA, 2003), evoluir na questão da reciclagem, que envolve aspectos sociais, ambientais e econômicos (CAMPOS, 2013), criar parcerias público-privadas (KRULJAC, 2012), entre outros desafios (JABBOUR *et al.*, 2014). Portanto, é necessário conhecer e entender o contexto atual da produção científica, nacional e internacional, sobre resíduos sólidos, bem como suas tendências e lacunas.

Estudos bibliométricos e cientométricos

A bibliometria e a cientometria têm sido utilizadas em várias pesquisas relevantes em seus diferentes temas, como aqueles que envolvem a infraestrutura urbana (DONG *et al.*, 2012; FU; WANG; HO, 2013; FU *et al.*, 2010; GOWLAND; COOK; HEYWORTH, 2012; PALLIS; VITSOUNIS; LANGEN, 2010; RIZZI; VAN ECK; FREY, 2014; YANG *et al.*, 2013a; YANG *et al.*, 2013b), concentrando-se, assim, em modelos e medidas em áreas definidas, que segundo Tague-Sutcliffe (1992) podem ser:

- frequências de palavras e frases nos textos e índices;
- produtividade científica;
- áreas de produção científica;
- análise de citações: distribuição sobre autores, artigos, instituições, periódicos, países;
- crescimento do assunto.

O termo cientométrico é usado para descrever os estudos da ciência: crescimento, estrutura, inter-relações e produtividade científica. Os termos bibliometria e cientometria se referem a campos relacionados ao estudo da dinâmica das disciplinas, que se reflete na produção de sua literatura (HOOD & WILSON, 2001). Portanto, a cientometria está em um estágio em que a criatividade de seus pesquisadores determina o progresso no campo científico, permitindo, assim, que os estudos quantitativos da ciência e da tecnologia contribuam com mais vantagens ao ambiente acadêmico, bem como mantendo-o inovador e atraente com relação a aplicações em longo prazo (VAN RAAN, 1997).

No Quadro 1 está apresentada a relação entre bibliometria e cientometria, identificando variáveis, objetos de estudo, métodos e objetivos. Ambas as categorias estão relacionadas, entretanto, a primeira foca nos documentos como os artigos enquanto que a segunda foca no assunto do artigo, como a área de pesquisa.

Vale ressaltar que, segundo Macias-Chapula (1998), os principais indicadores no cenário nacional e/ou internacional desses tipos de estudos são:

- número de trabalhos: medido pela contagem dos trabalhos e tipo de documentos (artigos, relatórios, etc.); refere-se à dinâmica da pesquisa de um país e suas tendências;
- número de citações: reflete o impacto dos artigos;
- coautoria: refere-se ao grau da internacionalização na ciência;
- mapas dos campos científicos e dos países: permite a identificação das posições dos países na cooperação científica global.

As análises bibliométricas e cientométricas, por meio de seus métodos, variáveis e objetos de estudos, oferecem informações sobre a orientação e a dinâmica científica de um país e sua participação científica (MACIAS-CHAPULA, 1998), permitindo a criação de estratégias que possibilitem o desenvolvimento científico, assim como a melhora para maiores níveis de excelência. Vários estudos têm utilizado essas ferramentas e métodos para analisar o contexto atual, a dinâmica, as tendências e as implicações de determinados temas e assuntos para a sociedade, o país e a comunidade científica (DONG *et al.*, 2012; FU; WANG; HO, 2013; GOWLAND; COOK; HEYWORTH, 2012; PALLIS; VITSOUNIS; LANGEN, 2010; RIZZI; VAN ECK; FREY, 2014).

Portanto, este estudo visa conhecer o panorama sobre o tema resíduos sólidos, entre 1993 e 2013, por meio de um estudo bibliométrico e cientométrico no âmbito internacional e nacional brasileiro, analisando os seguintes aspectos: principais periódicos, índices, evolução das publicações e suas características, principais países e universidades, principais palavras-chave e temas abordados nacionalmente após a PNRS, permitindo identificar lacunas e tendências.

METODOLOGIA

Fase 1: o contexto internacional e nacional

Para traçar o panorama atual da pesquisa em resíduos sólidos no âmbito internacional e nacional, foi realizado um estudo bibliométrico semelhante ao método utilizado por Fu *et al.* (2010), Yang *et al.* (2013a) e Yang *et al.* (2013b), na base de dados Scopus (editora Elsevier), a qual contém mais de 21 mil títulos de mais de 5 mil editoras internacionais, que permite fazer levantamentos bibliográficos para verificar o atual estado-da-arte. A escolha dessa base é devido à sua abrangência de mais periódicos brasileiros do que a base de dados *ISI Web of Science*, permitindo, assim, melhores resultados.

A pesquisa foi realizada com o termo em inglês *solid waste* no campo *article title, abstract, keywords*, no período de 1993 a 2013, em todas as áreas. Os resultados foram limitados a artigos e revisões, além de somente em Periódicos (*Journals*). Após compilação dos dados os resultados foram limitados por país, no caso ao Brasil, sendo os resultados novamente compilados e analisados e, portanto, o fluxo resultou em resultados internacionais e nacionais (Figura 1).

Os periódicos encontrados nesta pesquisa foram classificados segundo a quantidade de publicações e os impactos foram verificados no *SCImago Journal & Country Rank 2012* (SJR) e *Journal Citation Report, Institute for Scientific Information 2012* (JCR).

Para todos os componentes em que há participação em publicação foi calculado o índice h e o índice i10 (06/01/2014). O índice h é conhecido como um indicativo que mede a produtividade e o impacto dos trabalhos publicados. O índice i10, introduzido em 2011 pelo Google, indica o número de publicações acadêmicas com pelo menos dez citações em publicações.

Fase 2: contexto, lacunas e tendências brasileiras

Na segunda fase foi realizada uma revisão sistemática, uma metodologia específica em pesquisa, desenvolvida para reunir e avaliar as evidências disponíveis sobre um determinado assunto (BIOLCHINI *et al.*, 2005).

Quadro 1 – Tipologia para definição e classificação da bibliometria e cientometria.

Tipologia	Bibliometria	Cientometria
Objetos de estudo	Livros, documentos, revistas, artigos, autores, usuários.	Disciplinas, assuntos, áreas, campos.
Variáveis	Número de empréstimos (circulação) e de citações, frequência de citação de palavras, extensão de frases etc.	Fatores que diferenciam as disciplinas e subdisciplinas. Revistas, autores, documentos. Como os cientistas se comunicam.
Métodos	Ranking, frequência, distribuição	Análise de conjunto e de correspondência
Objetivos	Alocar recursos: tempo, dinheiro etc.	Identificar domínios de interesse. Onde os assuntos estão concentrados. Compreender como e quanto os cientistas se comunicam.

Fonte: Adaptado de McGrath (1989 *apud* MACIAS-CHAPULA, 1998).

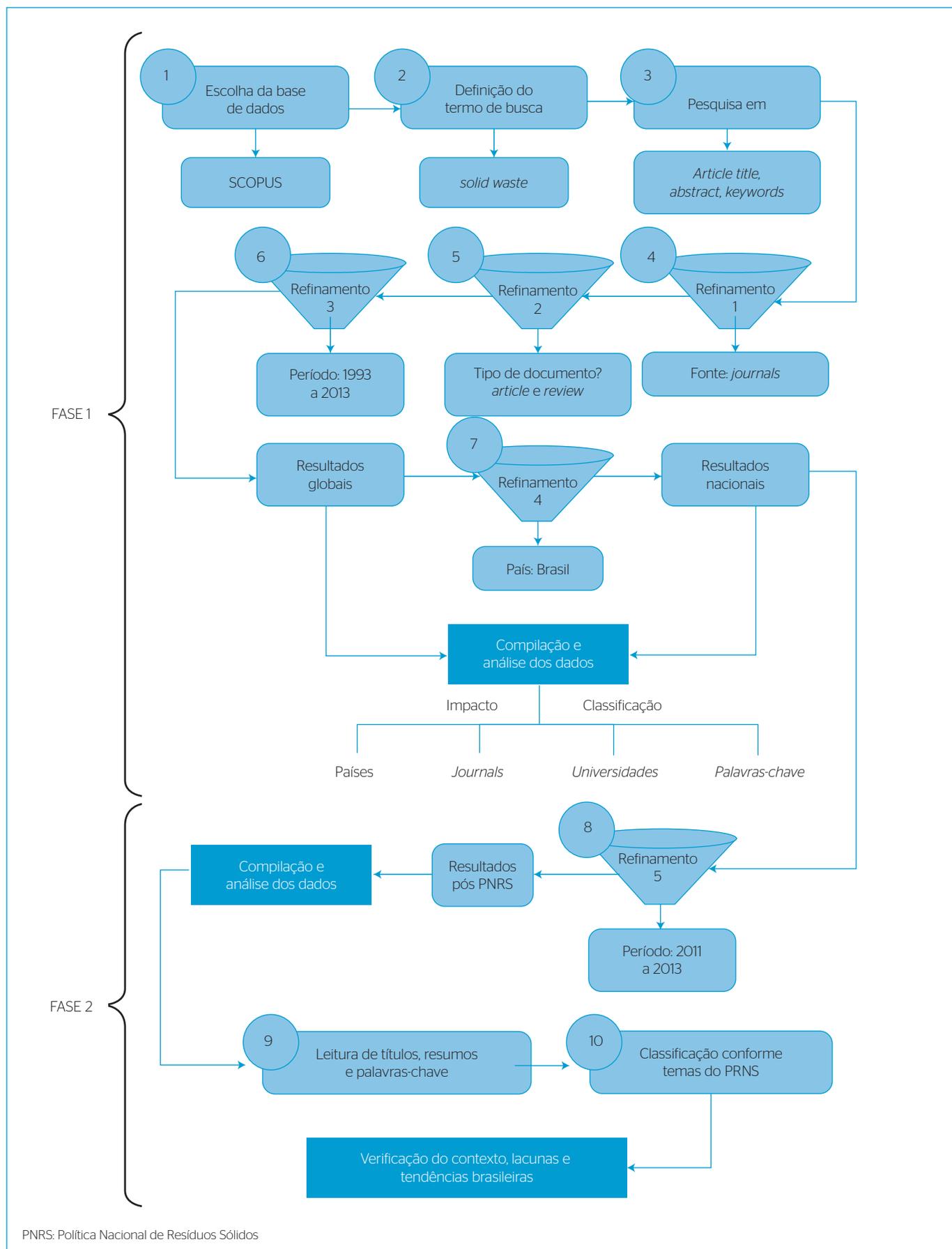


Figura 1 - Fluxograma do método utilizado.

O processo de revisão foi composto de planejamento, execução da revisão e análise dos resultados. O planejamento constituiu na definição do protocolo de revisão e resultou nos dados compilados, os quais foram limitados entre os anos de 2011 e 2013, assim, possibilitando a possível relação da PNRS, publicada em 2010, na produção científica brasileira.

O estágio de execução envolveu leitura dos títulos, resumos e palavras-chave dos artigos, para então serem classificados em um ou mais temas baseados no PNRS (BRASIL, 2012): resíduos sólidos urbanos (reciclagem, compostagem, aterros/lixão, economia, tratamento, coleta e gestão/classificação); resíduos sólidos da construção civil (destinação final, gestão e reciclagem); resíduos sólidos com logística reversa obrigatória (destinação final, gestão e reciclagem); catadores/responsabilidade social; resíduos industriais (destinação final, compostagem, tratamento/reciclagem, gestão/classificação); resíduos sólidos do transporte (portos, aeroportos, rodoviário e ferroviário); resíduos sólidos de serviços da saúde (gestão/classificação, incineração, destinação final); resíduos sólidos da mineração; resíduos sólidos agrossilvopastoris (orgânicos e inorgânicos); educação ambiental; economia (geração de energia e instrumentos econômicos); sistemas de informações.

Após a revisão, foram analisados os resultados, o que gerou uma Tabela de porcentagem de temas abordados pelos artigos, revelando as lacunas existentes para futuras

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Visão global do tema resíduos sólidos

Ao longo dos últimos anos, tem-se observado um crescente aumento da produção científica envolvendo o tema resíduos sólidos. Como

pode-se observar na Figura 2, a produção científica resultante triplicou entre 1993 e 2003 e mais que duplicou entre 2003 e 2013. Esses resultados estão de acordo com os achados de Fu *et al.* (2010) e Yang *et al.* (2013a), os quais utilizaram a base de dados da Thomson Reuters, *ISI Web of Science*.

Vale ressaltar que na Europa, em 1999, a diretiva 99/31/EC tornou-se uma peça fundamental para a legislação da gestão de resíduos (TAŞELI, 2007), depois, em 2008, a publicação da nova diretiva 2008/98/EC trouxe novos desafios à gestão de resíduos sólidos, assim como novas definições e tecnologias apropriadas para a proteção da saúde humana e do meio ambiente (PIRES; MARTINHO; CHANG, 2011), revelando no contexto mundial a relevância do tema à sociedade e estimulando sua abordagem em outros países.

Na Figura 3 está apresentada a evolução do tema resíduos sólidos no contexto dos países emergentes que fazem parte dos BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul). A China se destaca nas últimas duas décadas com um elevado crescimento de publicações sobre o tema. Como se pode observar, esse país sofreu uma rápida urbanização, desenvolvimento econômico e crescimento populacional nesse período, assim, a geração total de resíduos aumentou consideravelmente, demonstrando o valor do tema para o país, o qual ainda tem muitos desafios a serem superados, como a disposição final em aterros simples e não controlados (ZHANG; TAN; GERSBERG, 2010). Depois da China, vem a Índia, num contexto similar aos chineses, e em terceiro entre esse grupo de países está o Brasil, que também experimentou um considerável crescimento quase que constante de publicações sobre o tema.

Quanto à classificação geral (Tabela 1), o país com maior volume de publicação, e conseqüentemente, participação de publicação (PP)



Figura 2 - Evolução da produção científica internacional sobre resíduos sólidos entre os anos de 1993 a 2013.

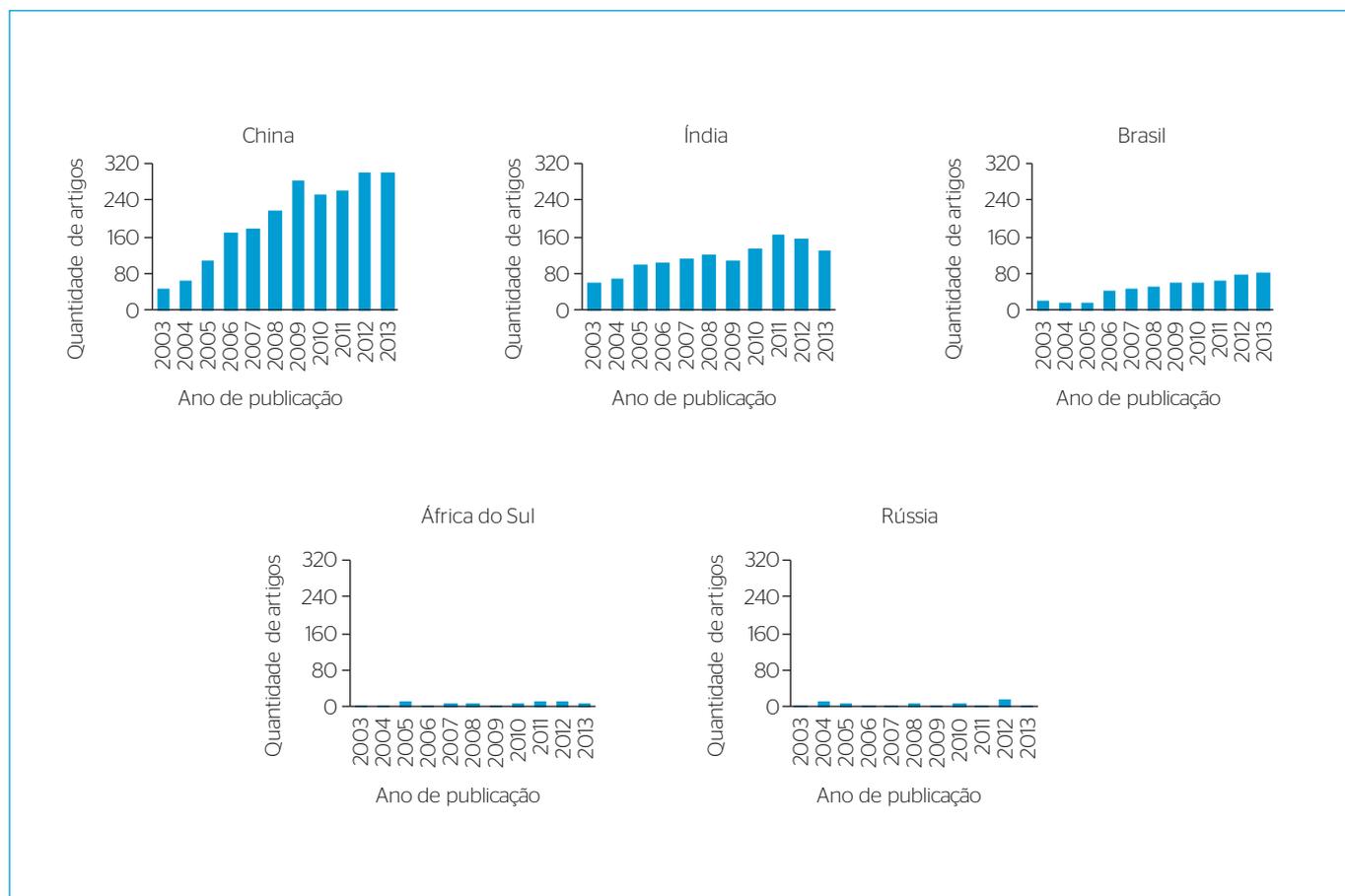


Figura 3 - Evolução da produção científica sobre resíduos sólidos entre os anos de 2003 a 2013 dos BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul).

Tabela 1 - Classificação dos países na participação de publicação de 1993 a 2013 (6/01/2014).

País	PP 1993-2013 % (classificação)	PP 1993-2003 % (classificação)	PP 2004-2008 % (classificação)	PP 2009-2013 % (classificação)	Índice h 1993-2013* (classificação)	Índice I10 1993-2013* (classificação)	Índice h 2009-2013* (classificação)	Índice I10 2009-2013* (classificação)	E-h* (classificação)	E-I10* (classificação)
Estados Unidos	15,38 (1)	24,95 (1)	13,00 (2)	10,84 (2)	77 (1)	1119 (1)	33 (1)	173 (2)	5,01 (9)	72,76 (3)
China	13,36 (2)	3,95 (8)	14,76 (1)	18,44 (1)	45 (6)	474 (2)	28 (2)	203 (1)	3,37 (10)	35,48 (9)
Índia	8,51 (3)	5,52 (3)	10,22 (3)	9,28 (3)	58 (2)	355 (5)	23 (4)	65 (6)	6,82 (8)	41,72 (8)
Espanha	5,48 (4)	5,17 (5)	5,26 (6)	5,83 (4)	54 (3)	445 (3)	24 (3)	102 (3)	9,85 (5)	81,20 (1)
Japão	4,99 (5)	5,32 (4)	5,82 (4)	4,23 (7)	44 (7)	271 (8)	17 (9)	35 (9)	8,82 (7)	54,31 (7)
Reino Unido	4,81 (6)	5,75 (2)	4,76 (7)	4,23 (8)	48(4)	363 (4)	22 (5)	68 (5)	9,98 (4)	75,47 (2)
Canadá	4,71 (7)	4,92 (6)	5,28 (5)	4,21 (9)	48 (4)	335 (6)	19 (7)	60 (7)	10,19 (3)	71,13 (4)
Itália	4,51 (8)	4,10 (7)	3,50 (8)	5,43 (5)	46 (5)	307 (7)	21 (6)	90 (4)	10,20 (2)	68,07 (6)
Brasil	3,36 (9)	1,26 (17)	3,48 (9)	4,62 (6)	30 (9)	114 (10)	14 (10)	23 (10)	8,93 (6)	33,93 (10)
França	3,15 (10)	3,12 (11)	3,14 (12)	3,18 (10)	39 (8)	223 (9)	18 (8)	46 (8)	12,38 (1)	70,79 (5)

PP: participação de publicação; E-h: índice de eficiência pelo índice h (índice h por PP 1993-2013); E-I10: índice de eficiência pelo índice I10 (índice I10 por PP 1993-2013); *as classificações dos índices são comparadas apenas entre os países da tabela, enquanto que na PP contempla outros países não incluídos aqui.

1993-2013 foram os Estados Unidos, semelhante ao encontrado no estudo de Fu *et al.* (2010). Entretanto as classificações seguintes tiveram divergências, como o Brasil, que apareceu em 15° e neste estudo apareceu em 9° na PP 1993-2013, lembrando que a base utilizada neste estudo foi a Scopus, uma base mais democrática do que a *ISI Web of Science*, utilizada por Fu *et al.* (2010). Embora os EUA tenham uma maior participação de publicação, nos últimos dez anos houve um decréscimo na PP, enquanto que a China tornou-se a primeira, o que corrobora os achados de Fu *et al.* (2010) e Yang *et al.* (2013a), os quais destacam a China como o país com maior índice de crescimento em publicações. Yang *et al.* (2013b) notaram que a China ultrapassou os EUA em 2008 em números de artigos específicos em resíduos sólidos urbanos.

Destaca-se também a evolução do Brasil, em que em PP 2009-2013 fica em 6° colocado, mas que ainda tem o desafio de melhorar o impacto da sua pesquisa. Os índices h e i10 1993-2013 do Brasil o colocam em último lugar entre os dez principais países; o primeiro revela que apenas 30 pesquisas têm ao menos 30 citações, e o segundo indica que há 114 pesquisas com 10 ou mais citações. A eficiência para o índice h coloca o Brasil em 6°, e pelo i10 em 10°, isso significa que há pesquisas sendo bem citadas em relação à PP, enquanto que com 10 ou mais citações ainda é fraco o número de pesquisas com essas citações pela PP, comparado aos demais países.

Quando se comparam as universidades que mais publicam (Tabela 2), as três universidades com maior participação na publicação total são chinesas. Vale observar que a Universidade de São Paulo (USP), melhor universidade brasileira conforme o *Ranking Times Higher Education* e *QS World University Ranking 2013*, aparece em 10° lugar, com 0,53% de participação da publicação mundial entre 1993 e 2013, não tão distante da *Imperial College London*, *Chinese Academy of Sciences* e *National Taiwan University*. Embora a USP esteja em última e penúltima, respectivamente, nos índices h e i10, sua eficiência em relação à PP a coloca em 6° em ambos, ficando à frente das instituições chinesas apresentadas na Tabela 2. Entretanto, entre as universidades mais produtivas desse tema nos achados de Fu *et al.* (2010), Yang *et al.* (2013a; 2013b), realizados no *ISI Web of Science*, a USP não está presente.

Nota-se, também, que entre as dez melhores universidades mais bem colocadas em PP 1993-2013, apenas uma é americana, a *University of Florida*, e somente três pertencem a países cuja língua materna é o inglês, a americana *University of Florida*, a canadense *University of Regina*, e a inglesa *Imperial College London*. Entretanto, as com melhores índices h e i10 e suas eficiências pertencem a países de primeiro mundo.

Vale ressaltar que o percentual de artigos em inglês é de 90,5%; chinês, 5,2% e português, 1,2%, demonstrando a importância da língua inglesa na publicação e seu impacto, além de destacar o cenário

Tabela 2 - Classificação das universidades na participação da publicação de 1993 a 2013.

Instituição	QS World University Ranking (2013)	Times Higher Education (2013)	PP 1993-2013 % (classificação)	Índice h 1993-2013* % (classificação)	Índice i10 1993-2013* % (classificação)	E-h* % (classificação)	E-i10* % (classificação)
<i>Tsinghua University</i>	48	50	1,42 (1)	18 (6)	35 (7)	12,68 (10)	24,65 (10)
<i>Zhejiang University</i>	165		1,40 (2)	18 (6)	42 (6)	12,86 (9)	30,00 (9)
<i>Tongji University</i>	481-490	301-350	1,15 (3)	20 (5)	44 (5)	17,39 (8)	38,26 (7)
<i>Danmarks Tekniske Universitët</i>	134	117	0,88 (4)	33 (1)	100 (1)	37,50 (4)	113,64 (1)
<i>University of Florida</i>	179	128	0,74 (5)	29 (2)	77 (2)	39,19 (1)	104,05 (2)
<i>University of Regina</i>	-	-	0,61 (6)	23 (3)	55 (3)	37,70 (3)	90,16 (3)
<i>Imperial College London</i>	5	10	0,59 (7)	21 (4)	42 (6)	35,59 (5)	71,19 (5)
<i>Chinese Academy of Sciences</i>	-	-	0,56 (8)	13 (8)	19 (9)	23,21 (7)	33,93 (8)
<i>National Taiwan University</i>	82	142	0,54 (9)	21 (4)	45 (4)	38,89 (2)	83,33 (4)
Universidade de São Paulo	127	226-250	0,53 (10)	15 (7)	24 (8)	28,30 (6)	45,28 (6)

PP: participação de publicação; E-h: índice de eficiência pelo índice h (índice h por PP 1993-2013); E-i10: índice de eficiência pelo índice i10 (índice i10 por PP 1993-2013); *as classificações dos índices são comparadas apenas entre as instituições da tabela, enquanto que na PP contempla outras instituições não incluídas aqui.

de internacionalização dos pesquisadores e universidades cuja língua principal não é o inglês.

Conforme a Tabela 3 e semelhante aos resultados encontrados por Fu *et al.* (2010), Yang *et al.* (2013a; 2013b), o periódico que mais divulga artigos sobre resíduos sólidos é o *Waste Management*, da editora Elsevier. Entretanto, o periódico com maior fator de impacto SJR e JCR entre os 10 que mais publicam é o *Environmental Science and Technology*, da ACS Publications. Embora a PP 1993–2013 do periódico *Waste Management* seja a maior (7,61%), e seus índices h e i10 1993–2013 estejam entre os primeiros (terceiro e primeiro, respectivamente), os índices de eficiência o colocam em décimo para o E-h e

sétimo para o E-i10. Isso significa que há um grande volume de publicação e poucas citações em relação a esse volume.

Comparando os dados apresentados nas Tabelas 3 e 4, observa-se que entre os periódicos que os brasileiros mais publicaram, a maior parte é de internacionais, portanto, na língua inglesa, mostrando a tendência da internacionalização das pesquisas brasileiras. Todos os periódicos nacionais apresentados na Tabela 4 sofreram um decréscimo da PP entre 2004–2008 para 2009–2013, enquanto que 50% dos internacionais cresceram. Isso promove maior visibilidade das universidades brasileiras, pois os melhores fatores de impactos SJR e JCR e índices h e i10 pertencem aos periódicos internacionais.

Tabela 3 - Classificação dos periódicos na participação da publicação, seus índices e impactos.

Periódicos	PP 1993-2013 % (classificação)	PP 1993-2003 % (classificação)	PP 2004-2008 (%)	PP 2009-2013 % (classificação)	SJR 2012 (classificação)	JCR 2012 (classificação)	Índice h 1993-2013* (classificação)	Índice i10 1993-2013* (classificação)	Índice h 2009-2013* (classificação)	Índice i10 2009-2013* (classificação)	E-h* (classificação)	E-i10* (classificação)
<i>Waste Management</i>	7,61 (1)	2,75 (5)	8,16 (1)	10,35 (1)	1,392 (6)	2,926 (5)	53 (3)	606 (1)	28 (1)	213 (1)	6,96 (10)	79,63 (7)
<i>Waste Management and Research</i>	4,64 (2)	5,94 (1)	3,58 (3)	4,51 (2)	0,737 (9)	1,407 (8)	36 (7)	258 (4)	14 (6)	24 (9)	7,76 (9)	55,60 (9)
<i>Bioresource Technology</i>	3,67 (3)	3,10 (2)	3,22 (4)	4,34 (3)	2,112 (3)	4,750 (2)	59 (1)	375 (2)	26 (2)	119 (2)	16,08 (6)	102,18 (5)
<i>Journal of Hazardous Materials</i>	3,40 (4)	2,40 (7)	4,28 (2)	3,47 (4)	1,717 (4)	3,925 (3)	52 (4)	369 (3)	28 (1)	110 (3)	15,29 (7)	108,53 (3)
<i>Resources, Conservation and Recycling</i>	2,44 (5)	2,92 (4)	2,44 (6)	2,14 (5)	1,072 (8)	2,319 (6)	42 (6)	229 (7)	15 (5)	37 (5)	17,21 (5)	93,85 (6)
<i>Chemosphere</i>	2,23 (6)	2,94 (3)	2,72 (5)	1,46 (8)	1,554 (5)	3,137 (4)	42 (6)	237 (6)	15 (5)	31 (7)	18,83 (4)	106,28 (4)
<i>Environmental Science and Technology</i>	2,07 (7)	2,61 (6)	2,32 (7)	1,56 (7)	2,665 (1)	5,257 (1)	56 (2)	242 (5)	22 (3)	41 (4)	27,05 (2)	116,91 (2)
<i>Journal of Environmental Management</i>	1,17 (8)	0,60 (20)	0,82 (15)	1,75 (6)	1,179 (7)	0,627 (9)	29 (8)	85 (9)	17 (4)	28 (8)	24,79 (3)	72,65 (8)
<i>Water Research</i>	1,02 (9)	1,20 (14)	1,06 (8)	0,87 (12)	2,552 (2)	1,611 (7)	43 (5)	130 (8)	17 (4)	32 (6)	42,16 (1)	127,45 (1)
<i>Journal of Solid Waste Technology and Management</i>	0,98 (10)	1,61 (8)	1,00 (10)	0,57 (18)	0,131 (10)	--- (-)	9 (9)	8 (10)	2 (7)	0 (10)	9,18 (8)	8,16 (10)

PP: participação de publicação; SJR: *SCImago Journal & Country Rank*; JCR: *Journal Citation Report*; E-h: índice de eficiência pelo índice h (índice h por PP 1993-2013); E-i10: índice de eficiência pelo índice i10 (índice i10 por PP 1993-2013); *as classificações dos índices são comparadas apenas entre os periódicos da tabela, enquanto que na PP contempla outros periódicos não incluídos aqui.

O periódico que mais divulgou entre 1993 e 2013 (Tabela 4), quando se refina a pesquisa por Brasil, é o Engenharia Sanitária e Ambiental, periódico da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, o qual publica desde 1962 e que foi indexado no Scopus apenas em 2006, o que restringe a visibilidade das produções anteriores a 2006 dos brasileiros, pois esse é o principal periódico nacional que envolve a área de resíduos sólidos. Mas é possível observar na Tabela 4, que o cenário em 2009–2013 mudou, sendo o *Waste Management* com maior PP.

Similar às palavras-chave mais frequentes encontradas por Fu *et al.* (2010), as mais utilizadas pelos autores internacionais e nacionais encontradas neste estudo envolvem o tema gestão de resíduos sólidos urbanos, como resíduos sólidos urbanos/municipal, reciclagem, aterros e lixiviação (Tabela 5). Esses dados demonstram a importância do tema de resíduos sólidos urbanos para a sociedade e para o meio acadêmico.

Na Índia, por exemplo, os resíduos sólidos urbanos constituem um tema de grande importância, pois as cidades sofreram uma explosão demográfica e os resíduos ainda são depositados em terrenos, de forma descontrolada. Essa disposição inadequada leva a problemas

que prejudicam a saúde humana e animal, além de perdas econômicas, ambientais e biológicas (SHARHOLY *et al.*, 2008). A disposição em vazadouros a céu aberto também é um problema brasileiro, principalmente para os pequenos municípios (IPEA, 2012; BRASIL, 2012), sendo sua erradicação, até agosto de 2014, uma das principais metas da PNRS (BRASIL, 2010).

Outro ponto interessante é a diminuição de produção científica internacional com apenas um autor (Figura 4) entre os anos de 1993–2003, 2004–2008 e 2009–2013, e aumento de artigos com cinco ou mais autores, como já acontecia no Brasil. Isso enfatiza a importância do trabalho em equipe, o que melhora a visibilidade científica (HAMPTON; PARKER, 2011), revelando a tendência de compartilhamento de conhecimento, rede de pesquisadores e grupos de pesquisa, seja dentro ou fora da mesma instituição.

Visão nacional do tema resíduos sólidos e suas tendências

A implementação da PNRS trouxe ao Brasil novas perspectivas de definição de resíduos sólidos, criando metas e objetivos para os municípios cumprirem, a fim de extinguir lixões e aterros

Tabela 4 - Classificação dos periódicos na participação da publicação, seus índices e impactos, refinado por Brasil.

Periódicos	PP 1993-2013 (classificação)	PP 2004-2008 (classificação)	PP 2009-2013 % (classificação)	SJR 2012 (classificação)	JCR 2012 (classificação)	Índice h 1993-2013* (classificação)	Índice i10 1993-2013* (classificação)	E-h* (classificação)	E-i10* (classificação)
Engenharia Sanitária e Ambiental	7,35 (1)	10,34 (1)	7,14 (2)	0,197 (10)	0,152 (9)	2 (6)	0 (7)	0,27 (10)	0,00 (8)
<i>Waste Management</i>	6,67 (2)	6,32 (2)	8,00 (1)	1,392 (3)	2,926 (4)	11 (1)	11 (2)	1,65 (6)	1,65 (4)
<i>Journal of Hazardous Materials</i>	3,76 (3)	5,75 (3)	2,86 (4)	1,717 (2)	3,925 (2)	11 (1)	14 (1)	2,93 (2)	3,72 (2)
<i>Waste Management and Research</i>	3,25 (4)	4,02 (4)	2,86 (4)	0,737 (7)	1,407 (6)	6 (3)	3 (5)	1,85 (5)	0,92 (5)
<i>Resources, Conservation and Recycling</i>	2,39 (5)	- (-)	3,14 (3)	1,072 (5)	2,319 (5)	6 (3)	6 (4)	2,51 (4)	2,51 (3)
Química Nova	2,22 (6)	4,02 (4)	1,43 (7)	0,327 (8)	0,737 (7)	3 (5)	1 (6)	1,35 (8)	0,45 (7)
<i>Bioresource Technology</i>	2,05 (7)	3,45 (5)	1,14 (8)	2,112 (1)	4,750 (1)	9 (2)	9 (3)	4,39 (1)	4,39 (1)
Revista Escola de Minas	1,71 (8)	2,30 (6)	1,71 (6)	0,201 (9)	0,050 (10)	1 (7)	0 (7)	0,58 (9)	0,00 (8)
Revista Brasileira de Ciência do Solo	1,37 (9)	2,30 (6)	1,14 (8)	0,777 (6)	0,733 (8)	4 (4)	1 (6)	2,92 (3)	0,73 (6)
<i>Journal of Environmental Management</i>	1,37 (10)	0,57 (9)	2,00 (5)	1,179 (4)	3,057 (3)	2 (6)	0 (7)	1,46 (7)	0,00 (8)

PP: participação de publicação; SJR: *SCImago Journal & Country Rank*; JCR: *Journal Citation Report*; E-h: índice de eficiência pelo índice h (índice h por PP 1993-2013); E-i10: índice de eficiência pelo índice i10 (índice i10 por PP 1993-2013); *as classificações dos índices são comparadas apenas entre os periódicos da tabela, enquanto que na PP contempla outros periódicos não incluídos aqui.

Tabela 5 - Classificação das palavras-chave mais utilizadas pelos autores nas publicações entre os anos de 1993 a 2013, internacional e nacionalmente.

Palavras-chave			
Internacional	Frequência % (classificação)	Nacional	Frequência % (classificação)
<i>Municipal Solid Waste</i>	2,13 (1)	<i>Solid Waste/Solid Wastes</i>	3,94 (1)
<i>Solid Waste/Solid Wastes</i>	1,85 (2)	<i>Recycling</i>	2,81 (2)
<i>Recycling</i>	1,00 (3)	<i>Municipal Solid Waste</i>	1,40 (3)
<i>Landfill</i>	0,89 (4)	<i>Sanitary Landfill</i>	0,92 (4)
<i>Waste management</i>	0,88 (5)	<i>Waste Management</i>	0,92 (4)
<i>Heavy metals</i>	0,75 (6)	<i>Leachete</i>	0,76 (5)
<i>Leachate</i>	0,66 (7)	<i>Landfill</i>	0,70 (6)
<i>Solid waste management</i>	0,55 (8)	<i>Solid Waste Management</i>	0,70 (6)
<i>Incineration</i>	0,50 (9)	<i>Urban Solid Waste</i>	0,70 (6)
<i>Fly ash</i>	0,47 (10)	<i>Sustainability</i>	0,59 (7)

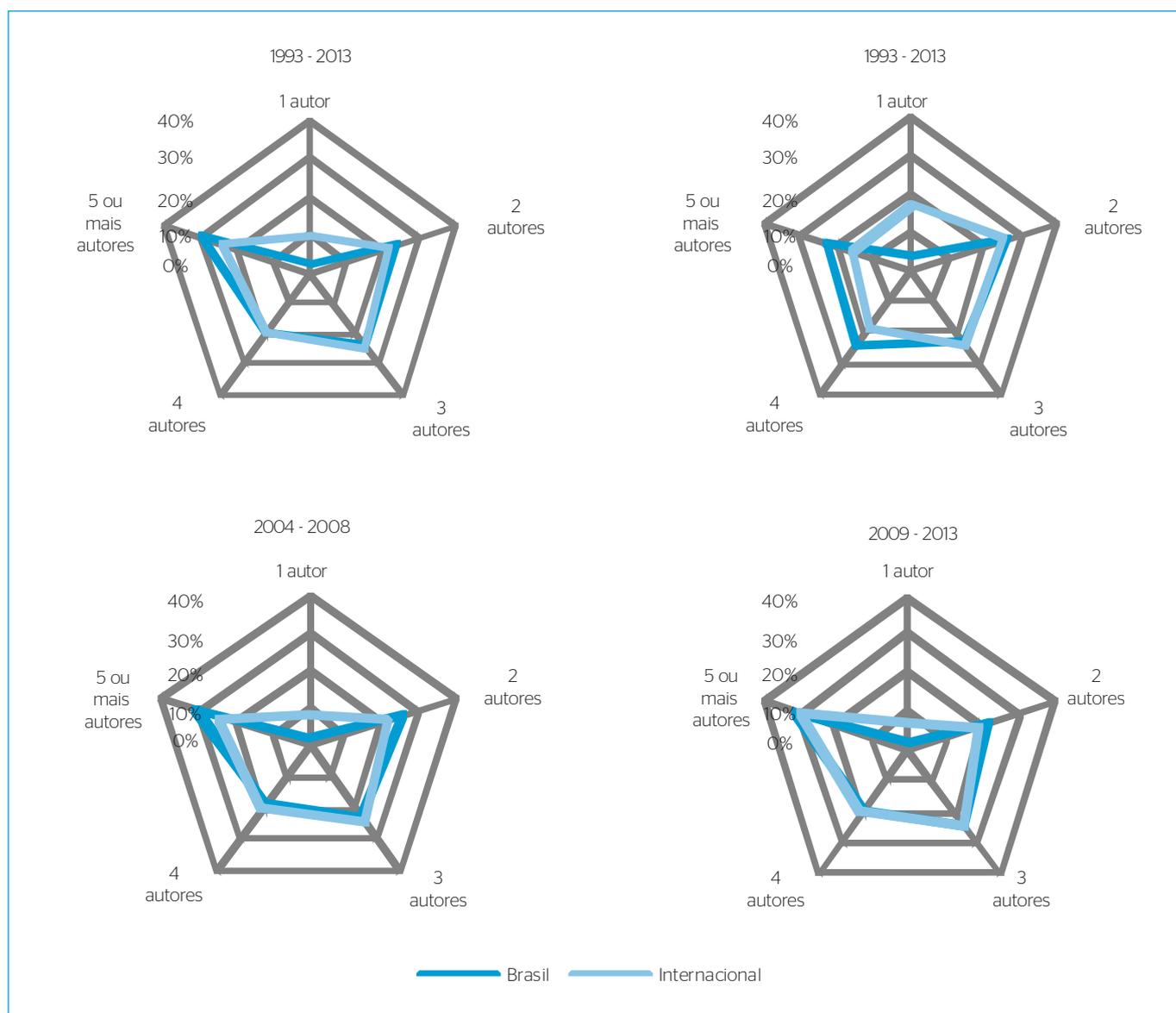


Figura 4 - Quantidade de autores por artigos em porcentagem.

irregulares (BRASIL, 2010). Além disso, a PNRS se tornou uma ferramenta de justificativa plausível para o meio acadêmico ao mostrar que o assunto resíduos sólidos ainda é atual e importante para a ciência e principalmente para a sociedade, possibilitando, assim, maior aprendizado, crescimento e desenvolvimento sustentável (JABBOUR *et al.*, 2014).

Como observado na Figura 5, a evolução da publicação científica nacional sobre resíduos sólidos tem se intensificado e crescido. A partir de 2006 houve um grande salto, provavelmente devido à indexação da principal revista brasileira, a Engenharia Sanitária e Ambiental, na base de dados Scopus, o que ocorreu em 2006. Após a implementação da PNRS houve um aumento das publicações, entretanto não se pode afirmar que a PNRS é um fator importante para esse crescimento, pois a tendência já era o crescimento, mas não dispensa sua importância como justificativa para novas pesquisas.

Os temas e suas respectivas frequências nos artigos nacionais entre os anos de 2011 e 2013 estão disponíveis na Tabela 6. Como observado na fase 1 da pesquisa, as frequências das palavras-chave mais utilizadas pelos autores (Tabela 5), tais como *municipal solid waste*, *recycling* e *landfill*, mostram que o tema predominante é sobre os resíduos sólidos urbanos e seus subtemas, o que está em conformidade com a fase 2 de classificação utilizada para esta pesquisa, em que 43,91% dos artigos abordam os resíduos sólidos urbanos. Esse resultado revela que há grande valor em abordar a questão dos resíduos sólidos municipais, pois é onde se concentram os principais geradores e consumidores de resíduos: a população.

Existe também uma tendência de crescimento do tema sobre responsabilidade compartilhada, por ser uma questão multidimensional (GUERRERO; MAAS; HOGGLAND, 2013), e logística reversa, pois uma indústria que utiliza práticas como reciclar, reutilizar, recuperar, reprocessar e projetar produtos para a logística reversa pode alcançar melhores desempenhos econômicos e ambientais (LAI; WU; WONG, 2013). Vale ressaltar que a logística reversa coloca o produtor do resíduo (indústria e intermediários) como responsável pelos resíduos de seus consumidores, como está enfatizado na Lei 12305/2010 da PNRS (JABBOUR *et al.*, 2014), onde a logística reversa é um

conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Na Tabela 6 estão apresentadas as lacunas para o âmbito brasileiro de pesquisa, pois há muito que se pesquisar sobre resíduos sólidos em sistemas de informações, educação ambiental, nos transportes e mineração. A PNRS abre um leque de oportunidades, justificando que os resíduos sólidos nesses temas menos abordados também são de extrema importância e fundamentais para o desenvolvimento do Brasil, assim como para melhorar sua infraestrutura e desenvolvimento socioeconômico, além de científico.

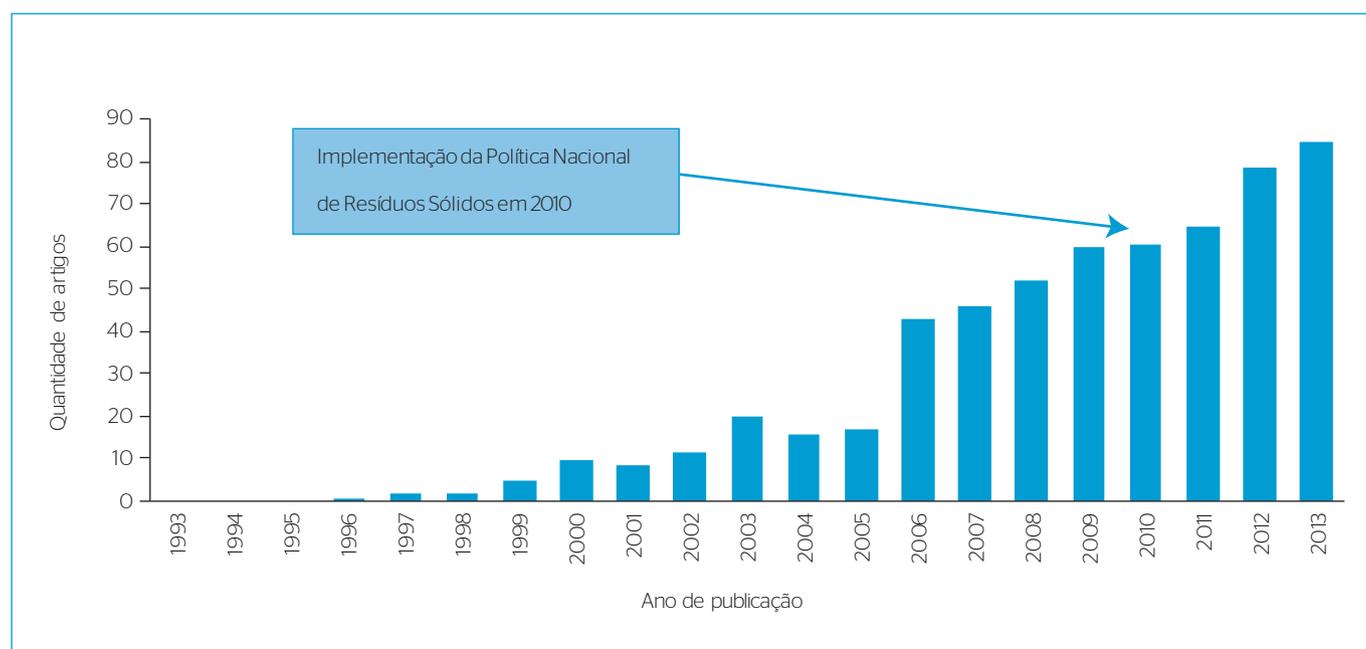


Figura 5 - Evolução da produção científica brasileira sobre resíduos sólidos entre os anos de 1993 e 2013.

Tabela 6 - Distribuição dos temas e subtemas na produção científica brasileira de 2011 a 2013.

Temas / Subtemas	Frequência (%)*
Resíduos sólidos urbanos	43,91
Aterro/lixão	15,22
Coleta	0,43
Tratamento	5,22
Compostagem	4,78
Economia	1,30
Gestão/classificação	17,83
Reciclagem	4,35
Resíduos industriais	22,61
Destinação final	2,61
Compostagem	0,87
Tratamento/reciclagem	10,43
Gestão/classificação	10,43
Instrumentos econômicos/leis/energia	11,30
Instrumentos econômicos	3,91
Leis,	1,30
Energia	6,96
Resíduos sólidos agrossilvopastoris	8,70
Orgânicos	8,26
Inorgânico	0,87
Responsabilidade social/catadores,	6,25
Resíduos sólidos da construção civil	4,78
Destinação final (geral)	0,00
Gestão	2,61
Reciclagem	2,17
Resíduos sólidos de serviços da saúde	3,91
Gestão/classificação	3,48
Incineração	0,00
Destinação final (geral)	1,30
Resíduos sólidos - logística reversa obrigatória	3,91
Destinação final (geral)	0,00
Gestão	1,30
Reciclagem	2,17
Logística reversa geral	1,30
Resíduos sólidos da mineração	3,48
Resíduos sólidos do transporte	0,87
Portos	0,00
Aeroportos	0,43
Rodoviário	0,43
Ferroviário	0,00
Educação ambiental	0,43
Sistemas de informações	0,00

*A frequência do tema não corresponde ao total dos subtemas, pois um trabalho pode envolver mais de um subtema ou tema.

Este estudo apresenta algumas limitações: os periódicos podem indexar novos artigos na base de dados, portanto, alterar os resultados finais; se o termo *solid waste* não for utilizado no título, resumo ou palavras-chave do artigo, mesmo que a publicação envolva resíduos sólidos, não foi apresentada nos resultados da busca; os índices mudam conforme os artigos forem citados por outros, assim que indexados na base de dados.

CONCLUSÕES

No período de 1993 a 2013 houve um crescimento de publicações sobre resíduos sólidos indexadas no Scopus, em especial pela China, a qual, de 2004 a 2013 ultrapassou os Estados Unidos em volume de publicação, constatado também por ter as principais universidades que mais publicaram sobre tema.

O periódico com maior volume de publicação é o *Waste Management*. Quando se restringe ao Brasil, o periódico que mais publicou de 1993 a 2013 foi o Engenharia Sanitária e Ambiental, embora de 2009 a 2013 tenha perdido a primeira colocação para o *Waste Management*, revelando a tendência de internacionalização das pesquisas brasileiras.

Quanto às palavras-chave mais utilizadas, tanto nacional quanto internacionalmente, a maioria envolve a gestão de resíduos sólidos urbanos, tais como *municipal solid waste, recycling e landfill*. Isso está de acordo com o resultado da fase 2 da pesquisa, em que a maior parte dos estudos científicos resultantes aborda os resíduos sólidos urbanos (43,91%).

O número de pesquisas internacionais com cinco ou mais autores nos períodos 1993–2003, 2004–2008 e 2009–2013 cresceu, enquanto com apenas um autor diminuiu, mostrando a tendência de colaboração científica ou grupos de pesquisa.

No Brasil, embora tenha crescido exponencialmente o volume de publicação anualmente, existem muitas lacunas científicas a serem preenchidas sobre os resíduos sólidos, principalmente os que envolvem os resíduos especiais, de mineração e de transporte, além de estudos de educação ambiental focados nos resíduos sólidos e novas ferramentas informacionais que contribuam para o desenvolvimento tecnológico da área.

Portanto, este estudo se torna uma ferramenta de justificativa para novas pesquisas, principalmente no Brasil, para preencher as lacunas citadas e contribuir para o estado-da-arte nacional. Assim, as ferramentas bibliométricas e cientométricas permitiram o sucesso e alcance dos objetivos propostos nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALM, J. (2015) Financing urban infrastructure: knowns, unknowns, and a way forward. *Journal of Economic Surveys*, v. 29, n. 2, p. 230-262.
- BIOLCHINI, J.; MIAN, P.G.; NATALI, A.C.C.; TRAVASSOS, G.H. (2005) *Systematic review in software engineering*. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ. 30 p.
- 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. Brasília: Diário Oficial da União.
- BRASIL. (2012) Ministério do Meio Ambiente. Plano nacional de resíduos sólidos. Brasília: Diário Oficial da União. 103 p.
- CAMPOS, H.K.T. (2013) Recycling in Brazil: challenges and prospects. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 85, p. 130-138.
- DONG, B.; XU, G.; LUO, X.; CAI, Y.; GAO, W. (2012) A bibliometric analysis of solar power research from 1991 to 2010. *Scientometrics*, v. 93, n. 3, p. 1101-1117.
- EUROPEAN PARLIAMENT. (2008) *Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives*. Official Journal of the European Union.
- FU, H.; HO, Y.; SUI, Y.; LI, Z. (2010) A bibliometric analysis of solid waste research during the period 1993-2008. *Waste Management*, v. 30, n. 12, p. 2410-2417.
- FU, H.Z.; WANG, M.H.; HO, Y.S. (2013) Mapping of drinking water research: a bibliometric analysis of research output during 1992-2011. *The Science of the Total Environment*, v. 443, p. 757-765.
- GOWLAND, A.; COOK, A.; HEYWORTH, J. (2012) The current status of environmental health research in Australia. *International Journal of Environmental Health Research*, v. 22, n. 4, p. 362-369.
- GUERRERO, L.A.; MAAS, G.; HOGLAND, W. (2013) Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste Management*, v. 33, n. 1, p. 220-232.
- HAMPTON, S.E.; PARKER, J.N. (2011) Collaboration and productivity in scientific synthesis. *BioScience*, v. 61, n. 11, p. 900-910.
- HOOD, W.W.; WILSON, C.S. (2001) The literature of bibliometrics, scientometrics, and informetrics. *Scientometrics*, v. 52, n. 2, p. 291-314.
- IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. (2012) *Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos Diagnóstico dos Resíduos*. Brasília: IPEA. 77 p.
- JABBOUR, A.B.L.S.; JABBOUR, C.J.C.; SARKIS, J.; GOVINDAN, K. (2014) Brazil's new national policy on solid waste: challenges and opportunities. *Clean Technologies and Environmental Policy*, v. 16, n. 1, p. 7-9.
- KRULJAC, S. (2012) Public-private partnerships in solid waste management: sustainable development strategies for Brazil. *Bulletin of Latin American Research*, v. 31, n. 2, p. 222-236.
- LAI, K.; WU, S.J.; WONG, C.W.Y. (2013) Did reverse logistics practices hit the triple bottom line of Chinese manufacturers? *International Journal of Production Economics*, v. 146, n. 1, p. 106-117.
- LINO, F.A.M. & ISMAIL, K.A.R. (2011) Energy and environmental potential of solid waste in Brazil. *Energy Policy*, v. 39, n. 6, p. 3496-3502.
- MACIAS-CHAPULA, C.A. (1998) O papel da informetria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional. *Ciência da Informação*, v. 27, n. 2, p. 134-140.
- MARSHALL, R.E. & FARAHBAKHS, K. (2013) Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries. *Waste Management*, v. 33, n. 4, p. 988-1003.
- OLIVEIRA, L.B. & ROSA, L.P. (2003) Brazilian waste potential: energy, environmental, social and economic benefits. *Energy Policy*, v. 31, n. 14, p. 1481-1491.
- PALLIS, A.A.; VITSOUNIS, T.K.; LANGEN, P.W. (2010) Port economics, policy and management: review of an emerging research field. *Transport Reviews*, v. 30, n. 1, p. 115-161.
- PICHTEL, J. (2005) *Waste management practices: municipal, hazardous, and industrial*. Boca Raton: Taylor & Francis. 649 p.
- PIRES, A.; MARTINHO, G.; CHANG, N.B. (2011) Solid waste management in European countries: a review of systems analysis techniques. *Journal of Environmental Management*, v. 92, n. 4, p. 1033-1050.
- RIZZI, F.; VAN ECK, N.J.; FREY, M. (2014) The production of scientific knowledge on renewable energies: worldwide trends, dynamics and challenges and implications for management. *Renewable Energy*, v. 62, p. 657-671.
- SHARHOLY, M.; AHMAD, K.; MAHMOOD, G.; TRIVEDI, R.C. (2008) Municipal solid waste management in Indian cities: a review. *Waste Management*, v. 28, n. 2, p. 459-467.
- SMITH, P.G. & SCOTT, J.S. (2005) *Dictionary of water and waste management*. 2. ed. Amsterdam: Elsevier. 486 p.
- TAGUE-SUTCLIFFE, J. (1992) An introduction to informetrics. *Information Processing and Management*, v. 28, n. 1, p. 1-3.
- TAŞELI, B.K. (2007) The impact of the European Landfill Directive on waste management strategy and current legislation in Turkey's Specially Protected Areas. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 52, n. 1, p. 119-135.
- TCHOBANOGLIOUS, G. & KREITH, F. (2002) *Handbook of solid waste management*. 2. ed. New York: McGraw Hill. 833 p.

VAN RAAN, A.F.J. (1997) Scientometrics: state-of-the-art. *Scientometrics*, v. 38, n. 1, p. 205-218.

VELLOSO, M.P. (2008) Os restos na história: percepções sobre resíduos. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 13, n. 6, p. 1953-1964.

WILSON, D.C. (2007) Development drivers for waste management. *Waste Management & Research*, v. 25, n. 3, p. 198-207.

WORRELL, W. & VESILIND, P. (2001) *Solid waste engineering*. 2. ed. Stamford: Cengage Learning. 432 p.

YANG, L.; CHEN, Z.; LIU, T.; GONG, Z.; YU, Y.; WANG, J. (2013a) Global trends of solid waste research from 1997 to 2011 by using bibliometric analysis. *Scientometrics*, v. 96, n. 1, p. 133-146.

YANG, L.; CHEN, Z.; LIU, T.; WAN, R.; WANG, J.; XIE, W. (2013b) Research output analysis of municipal solid waste: a case study of China. *Scientometrics*, v. 96, n. 2, p. 641-650.

ZHANG, D.Q.; TAN, S.K.; GERSBERG, R.M. (2010) Municipal solid waste management in China: Status, problems and challenges. *Journal of Environmental Management*, v. 91, n. 8, p. 1623-1633.