

Prospecção Tecnológica para Processos de Compostagem de Resíduos Orgânicos

Technological Prospection for Organic Waste Composting Processes

Camila Cruz de Oliveira Araújo¹

Gabriela Silva Cerqueira¹

Cristine Elizabeth Alvarenga Carneiro¹

¹Universidade Federal do Oeste da Bahia, Barreiras, BA, Brasil

Resumo

A compostagem é uma técnica aplicada para acelerar a decomposição de resíduos orgânicos. Após o processo, o resíduo rico em compostos orgânicos e nutrientes é utilizado como fertilizante orgânico para agricultura. Os vários processos de compostagem geram inúmeros benefícios ambientais e econômicos, destacando-se a redução do impacto ambiental, com a diminuição dos resíduos sólidos e a geração de inovações tecnológicas. Com o objetivo de analisar as inovações existentes, este trabalho realizou uma prospecção tecnológica buscando patentes associadas aos processos de compostagem de resíduos orgânicos. A prospecção foi feita na base de dados europeia de patentes Espacenet, e foram encontradas 15.170 patentes, entre as quais, a China possui 12.131 publicações. Foi constatado que o Brasil ainda é incipiente, tanto em número de patentes como em práticas de utilização. No entanto, por ser uma potência agrícola mundial, o país possui condições favoráveis para o desenvolvimento de novas tecnologias relacionadas aos processos de compostagem.

Palavras-chave: Compostagem. Resíduos Orgânicos. Inovação Tecnológica.

Abstract

Composting is a technique applied to accelerate the decomposition of organic waste. After the process, the residue rich in organic compounds and nutrients is used as organic fertilizer for agriculture. Composting processes bring numerous environmental and economic benefits, highlighting the reduction of environmental impact with the reduction of solid waste and the generation of technological innovations. The aim of this study was analyze the innovations in composting process using technological prospection searching for patents associated with organic waste composting processes. A search done in the European Patent Database (Espacenet) used the worldwide database found 15,170 patents, being 12,131 Chinese publications. It was found that Brazil is incipient both in the number of patents and in usage practices. However, as a world agricultural power, it has favorable conditions for the development of new technologies related to composting processes.

Keywords: Composting. Organic Waste. Technologic Innovation.

Área Tecnológica: Prospecção Tecnológica.



1 Introdução

Os resíduos sólidos orgânicos de origem agrícola, animal, urbano, agroindustrial ou industrial podem ser transformados em fertilizantes. O processo de modificação é caracterizado como uma tecnologia, denominado compostagem e, dependendo do tipo de resíduo a ser transformado, várias inovações poderiam ser desenvolvidas para obtenção do melhor fertilizante, visando uma maior utilização dos nutrientes. Os resíduos orgânicos precisam atender às legislações sanitárias para o seu tratamento e transformação em material fertilizante, de modo que não gere mais impactos ambientais. O descarte inadequado dos resíduos orgânicos ocasiona problemas sanitários e ambientais, gerando a proliferação de parasitas e de vetores de doenças que, por conseguinte, aumentam a contaminação de corpos d'água e emissão de gases poluentes (HECK *et al.*, 2013). O ponto de relevância que deve ser destacado para a utilização dos resíduos sólidos orgânicos na produção de fertilizantes é a redução no impacto ao meio ambiente (FILHO *et al.*, 2017; RODRIGUES *et al.*, 2011). Mundialmente a indústria de reciclagem é responsável pela diminuição de toneladas de lixo descartado no meio ambiente, além da geração de empregos, melhorando, assim, a condição social da população.

1.1 A Tecnologia de Compostagem

O processo de decomposição da matéria orgânica pode ser subdividido em duas categorias: a compostagem anaeróbica, sem oxigênio ou com taxas muito limitadas, que ocorre a baixas temperaturas; e a compostagem aeróbica, com a presença de oxigênio, em que a matéria orgânica é quebrada produzindo CO_2 , NH_3 , H_2O e compostos orgânicos estáveis, liberando calor (FAO *et al.*, 2003). Para as duas categorias do processo de compostagem existem micro-organismos específicos, que podem estar presentes nos resíduos ou também serem adicionados, especificamente, no início do processo de fermentação. Os micro-organismos heterotróficos existentes nos resíduos ou a adição deles produzem uma decomposição lenta, aeróbica e termofílica que caracteriza o processo de compostagem, sendo o material final o fertilizante orgânico (INÁCIO; MILLER, 2009). Silva, Farezin e Soto (2018) afirmam que o processo de biodigestão anaeróbica é determinante para a redução de sólidos totais e que ainda na fase de pré-compostagem a redução dos coliformes totais é de 98,5%, e 100% de eliminação dos coliformes termotolerantes a partir da etapa de biodigestor. Silva, Farezin e Soto (2018) concluem, ainda, sobre a necessidade de um processo de compostagem ser avaliado em épocas distintas, devido à elevada sensibilidade e à dependência de micro-organismos (Tabela 1). De acordo com Onwosi *et al.* (2017), os fatores usados para otimização dos processos de compostagem que podem ser controlados pelo procedimento de modelagem matemática irão regular a relação C/N, a adição de substâncias químicas, o volume de material e a aeração.

1.2 Inovações na Tecnologia de Compostagem

Nos últimos tempos tem crescido o número de indústrias de tratamento de resíduos sólidos e orgânicos e, com isso, surge o grande interesse em processos de compostagem. Outro indicativo é a intensificação da demanda por resíduos para a produção de fertilizantes orgânicos utilizados na agricultura que, por sua vez, contribuem para a minimização no impacto ambiental. Por isso, espera-se que a necessidade de novas tecnologias traga também a importância de se reconhecer as inovações como um importante mercado e, com isso, o número de patentes de produtos e processos tenha sido ampliado nessa perspectiva. Novos processos de compostagem podem diminuir a emissão de odores e acelerar a decomposição da matéria orgânica e, consequentemente, melhorar a qualidade do produto orgânico fertilizante. Por esse motivo, o estudo de prospecção tecnológica se torna relevante, uma vez que permite conhecer o posicionamento da tecnologia diante do mercado e das modificações para a melhoria do processo (QUINTELLA *et al.*, 2011). Sendo assim, este trabalho pretende mostrar a prospecção tecnológica realizada sobre os processos de compostagem de resíduos sólidos orgânicos devido à crescente demanda na utilização de fertilizantes orgânicos e à necessidade da redução nos impactos ambientais, causados pelo acúmulo de resíduos.

Tabela 1 – Condições ótimas em processos de compostagem

MATERIAL	PERÍODO	pH	TEMPERATURA	REFERÊNCIA
Esterco de ovino, restos de capina (capim seco), gravetos, terra, e lodo de esgoto	44 dias	5,5 – 8,5	23-52°C	Oliveira Filho <i>et al.</i> (2017)
Resíduo sólido de hortaliças	32 dias	5,5 – 6,3	19-22°C	Silva, Farezin e Soto (2018)

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

2 Metodologia

A prospecção foi realizada com base no banco europeu de patentes (EPO-Espacenet®), no período de janeiro a julho de 2019. Como ponto de partida, a metodologia de pesquisa consistiu em identificar palavras que tivessem associação com a palavra compostagem. Na sequência, foi realizada a associação de palavras-chave e de códigos da Classificação Internacional de Patentes (IPC) e da Classificação Cooperativa de Patentes (CPC), como mostra a Tabela 2, e, em seguida, eliminados os códigos que não representavam significância com o objetivo. Nessa etapa, haviam 28 palavras e 30 códigos, então foi feita uma nova seleção de palavras, permanecendo 11 palavras e 28 códigos. Após essa seleção, foram traçadas as estratégias para a prospecção, sendo a primeira busca por palavras. Em seguida, por códigos e combinação entre palavras e, finalmente, pela combinação entre palavras e códigos (Tabela 2), totalizando 27 estratégias de busca.

Tabela 2 – Estratégias utilizadas para a prospecção

PALAVRAS-CHAVE	ESTRATÉGIAS
Y02P60/00	1
((organic and compost*) or (bio-compost* or biocompost*) or substrate* or vermicompost*) and fertiliz*	2
((organic and compost*) or (bio-compost* or biocompost*) or substrate* or vermicompost*) and humus	3
((organic and compost*) or (bio-compost* or biocompost*) or substrate* or vermicompost*) and fermentative*	4
((organic and compost*) or (bio-compost* or biocompost*) or substrate* or vermicompost*) and stabilised fermented organic matter	5
((organic and compost*) or (bio-compost* or biocompost*) or substrate* or vermicompost*) and soil* conditioner*	6
((organic and compost*) or (bio-compost* or biocompost*) or substrate* or vermicompost*) and (bio fertiliz* or bio-fertiliz*)	7
(C12M21/00 or C12M43/00 or Y02P20/00 or B01D2257/00 or B65F2210/00 or C09K2109/00 or Y02A40/00 or Y02E50/00 or Y02W10/00 or C09K2101/00)	8
((organic and compost*) or (bio-compost* or biocompost*) or substrate* or vermicompost* or bio fertiliz* or bio-fertiliz*) + A01C21/00	9
((organic and compost*) or (bio-compost* or biocompost*) or substrate* or vermicompost* or bio fertiliz* or bio-fertiliz*) + C05B17/00	10
((organic and compost*) or (bio-compost* or biocompost*) or substrate* or vermicompost* or bio fertiliz* or bio-fertiliz*) + C05C3/00	11
((organic and compost*) or (bio-compost* or biocompost*) or substrate* or vermicompost* or bio fertiliz* or bio-fertiliz*) + C05C9/00	12
((organic and compost*) or (bio-compost* or biocompost*) or substrate* or vermicompost* or bio fertiliz* or bio-fertiliz*) + C05D1/00	13
((organic and compost*) or (bio-compost* or biocompost*) or substrate* or vermicompost* or bio fertiliz* or bio-fertiliz*) + C05F3/00	14
((organic and compost*) or (bio-compost* or biocompost*) or substrate* or vermicompost* or bio fertiliz* or bio-fertiliz*) + C05F5/00	15
((organic and compost*) or (bio-compost* or biocompost*) or substrate* or vermicompost* or bio fertiliz* or bio-fertiliz*) + C05F9/00	16
((organic and compost*) or (bio-compost* or biocompost*) or substrate* or vermicompost* or bio fertiliz* or bio-fertiliz*) + C05F11/00	17
((organic and compost*) or (bio-compost* or biocompost*) or substrate* or vermicompost* or bio fertiliz* or bio-fertiliz*) + C05F17/00	18
((organic and compost*) or (bio-compost* or biocompost*) or substrate* or vermicompost* or bio fertiliz* or bio-fertiliz*) + C05G1/00	19
((organic and compost*) or (bio-compost* or biocompost*) or substrate* or vermicompost* or bio fertiliz* or bio-fertiliz*) + C09K17/00	20
((organic and compost*) or (bio-compost* or biocompost*) or substrate* or vermicompost* or bio fertiliz* or bio-fertiliz*) + B09C1/00	21
((organic and compost*) or (bio-compost* or biocompost*) or substrate* or vermicompost* or bio fertiliz* or bio-fertiliz*) + Y02P60/00	22
((organic and compost*) or (bio-compost* or biocompost*) or substrate* or vermicompost* or bio fertiliz* or bio-fertiliz*) + C09K2101/00	23
((organic and compost*) or (bio-compost* or biocompost*) or substrate* or vermicompost* or bio fertiliz* or bio-fertiliz*) + C12M21/00	24
((organic and compost*) or (bio-compost* or biocompost*) or substrate* or vermicompost* or bio fertiliz* or bio-fertiliz*) + C12M43/00	25
((organic and compost*) or (bio-compost* or biocompost*) or substrate* or vermicompost* or bio fertiliz* or bio-fertiliz*) + B01D2257/00	26
((organic and compost*) or (bio-compost* or biocompost*) or substrate* or vermicompost* or bio fertiliz* or bio-fertiliz*) + C09K2109/00	27

Nota: As estratégias utilizadas para a prospecção foram feitas a partir da combinação de palavras-chaves e de códigos IPC e CPC.

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo a partir dos dados coletados na base Espacenet (2019)

3 Resultados e Discussão

Com base nos resultados obtidos com as buscas, foram encontradas 15.170 patentes relacionadas aos processos de compostagem depositadas por 57 países. O Gráfico 1 apresenta o número de patentes por países, com a exceção da China, visto que o país se destaca como o maior detentor de patentes, com 12.131 publicações. Segundo Brito (2007), a compostagem surgiu na China há mais de 2.000 anos como uma solução agrícola para a adubação e a correção de solos, porém, de maneira tradicional. Somente em 1920 a técnica passou a ser estudada cientificamente, alicerçada nos experimentos de Albert Howard, quando ele comprovou que a compostagem deve ser feita com a mistura dos resíduos orgânicos (BRITO, 2007). Com os aperfeiçoamentos do método ao longo dos anos, o crescimento populacional e econômico e com o aumento do consumo e de resíduos sólidos urbanos, desde meados da década de 1980, a China intensificou o seu processo de compostagem como alternativa para o tratamento e a destinação adequada desses resíduos (CEN, 2008). Esse fato foi constatado durante a pesquisa, com o aumento do número de patentes a partir dos anos de 1980 (Gráfico 2), o que significa dizer que a China está sempre em busca de inovações em produtos e em processos oriundos da compostagem.

Além da China, outros países possuem destaque nesse segmento, a saber: Japão com 561 patentes; República da Coreia com 553 patentes; Estados Unidos da América com 445 patentes; e Alemanha com 158 patentes. O Brasil, por sua vez, vem aos poucos desenvolvendo essa prática e foram encontradas 18 patentes publicadas no país. Esses dados podem revelar que os países desenvolvidos atribuem maior relevância à compostagem, tanto pela quantidade de patentes quanto pelo reaproveitamento dos resíduos e pela agregação de valor a eles. A Alemanha, por exemplo, é referência em tecnologias e em políticas de resíduos sólidos. O Eurostat, órgão de estatísticas da União Europeia, publicou um comparativo entre a Alemanha e outros países da Europa e constatou que, em 2011, 63% de todos os resíduos urbanos foram reciclados na Alemanha, sendo 46% por reciclagem e 17% por compostagem, enquanto a média continental foi em torno de 25% (SENADO FEDERAL, 2014). No Japão existe uma legislação específica, datada de 1995, que incentiva a coleta seletiva e a reciclagem, o que justifica o investimento do país em alta tecnologia para o reaproveitamento de materiais (SENADO FEDERAL, 2014). Além das medidas governamentais, a adoção de medidas econômicas é um outro fator relevante para o fortalecimento dessa cultura de reaproveitamento de resíduos. Em San Francisco, nos Estados Unidos, foram implantados programas para reciclagem e compostagem, introduzindo incentivos econômicos, de modo que quem faz mais compostagem paga menor taxa de lixo (SENADO FEDERAL, 2014).

Gráfico 1 – Número de patentes por países

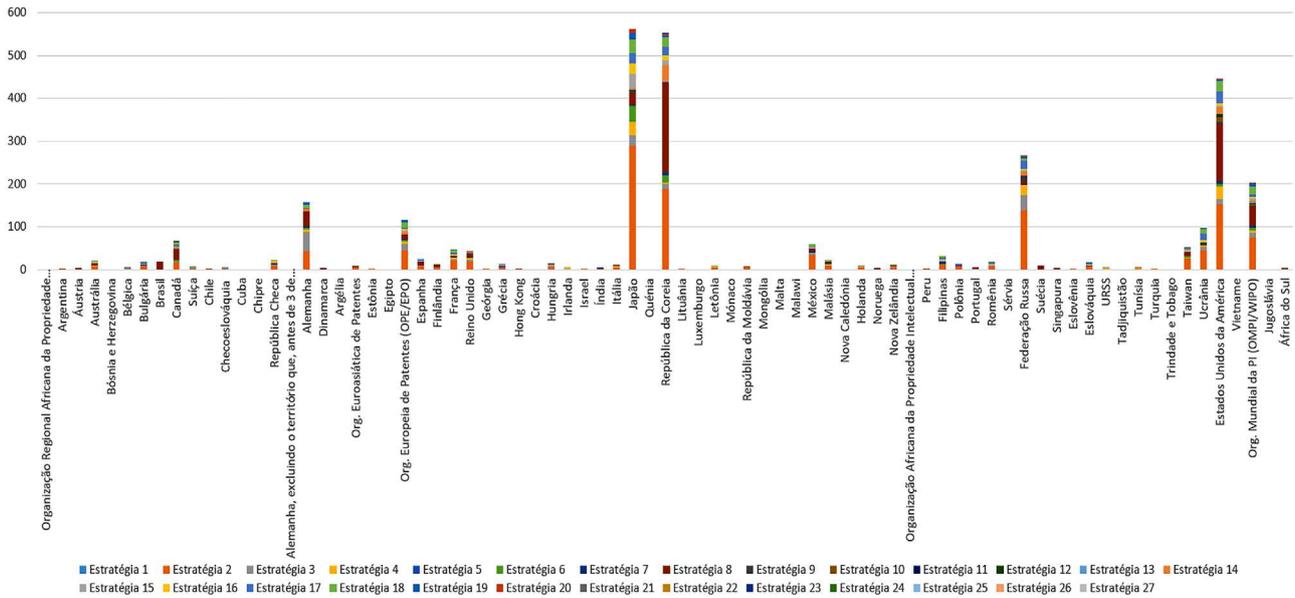
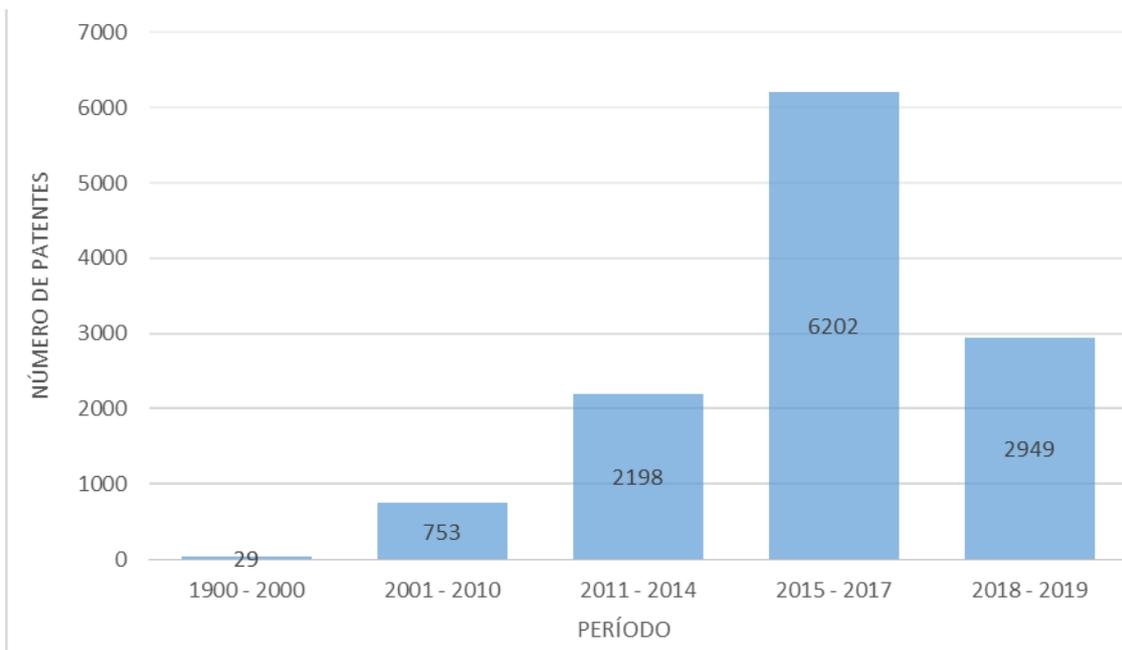


Gráfico 2 – Número de patentes depositadas na China



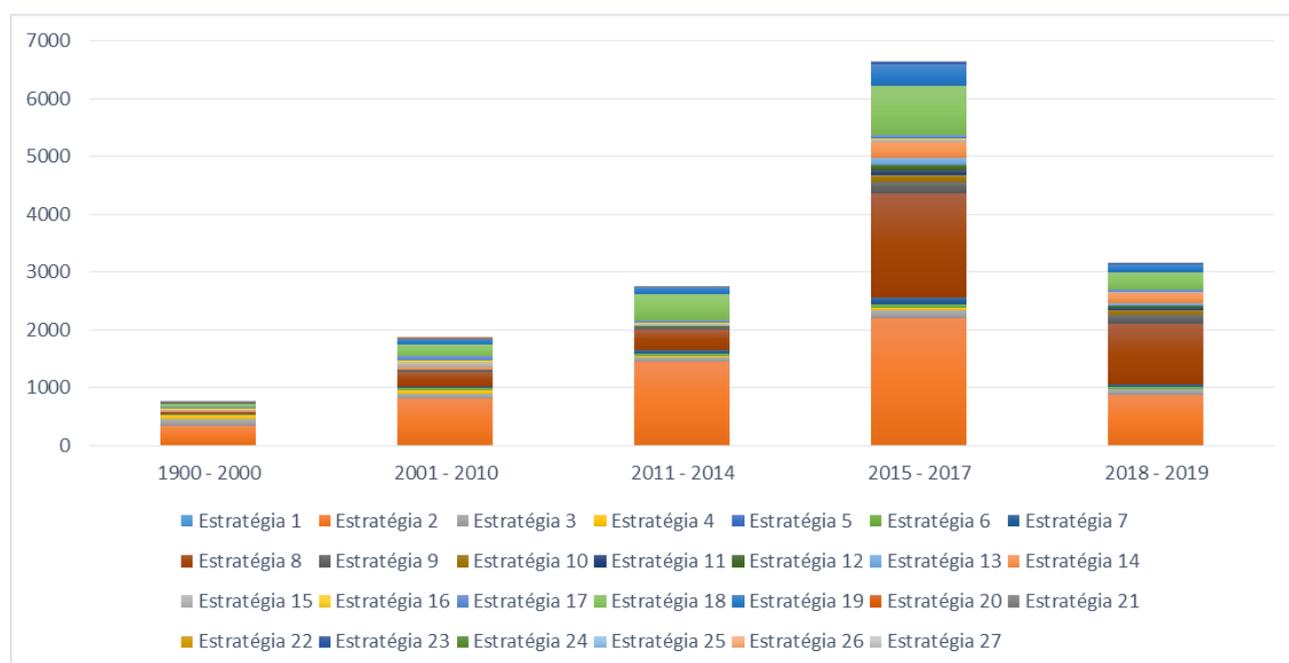
Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo a partir dos dados coletados na base Espacenet (2019)

O Gráfico 3 mostra a quantidade de patentes publicadas entre 1900 e 2019, revelando a evolução em pesquisas relacionadas aos processos de compostagem e como eles têm se tornado necessários e relevantes ao longo dos anos. A demanda por esses processos se mostra cada vez mais crescente e pode ser constatada quando se compara o volume de patentes publicadas nesse último ano com relação aos anos anteriores. Entre 2015 e 2017, foram publicadas 6.644 patentes, ao passo que no último período entre 2018 e 2019 já foram publicadas 3.163 patentes. Esses dados podem estar associados à problemática do acúmulo de lixo, que direciona a uma nova percepção no âmbito mundial sobre a adequada destinação dos resíduos. Nessa perspectiva, a

compostagem surge como uma alternativa viável e eficiente para a transformação de resíduos sólidos orgânicos em fertilizantes, tornando-se produtos e negócios inovadores.

Pode-se afirmar que a compostagem apresenta impactos ambientais, econômicos e sociais. Para Figueiredo (2001), os impactos ambientais consistem na redução dos resíduos sólidos orgânicos de origem animal e vegetal; na diminuição da emissão de gases e maus odores; na redução do aparecimento de doenças humanas decorrentes dos problemas de saneamento; além da melhoria da qualidade do solo para a agricultura. Quanto aos impactos econômicos, D’Almeida (2000) aponta a redução nos investimentos com aterros sanitários; a utilização da matéria orgânica para fins agrícolas; a redução dos custos da produção agrícola, com a reciclagem de nutrientes para o solo; a economia com o tratamento de efluentes; e a valorização econômica do mercado de produtos orgânicos. Por fim, Wagner (1998) ressalta que o maior impacto social diz respeito à conscientização da população sobre a necessidade de repensar a preservação ambiental.

Gráfico 3 – Número de patentes por período



Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo a partir dos dados coletados na base Espacenet (2019)

Em 2012, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) publicou o relatório de pesquisa com o Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos para subsidiar a elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Para tanto, o documento foi estruturado com base no ciclo dos resíduos sólidos: geração, coleta, tratamento e destinação final (incluindo as unidades de compostagem). O relatório evidenciou que, no Brasil, do total estimado de matéria orgânica coletada, ou seja, 94.309,5 t/dia, apenas 1,6% dos resíduos orgânicos são destinados para unidades de compostagem. O restante é encaminhado para os lixões, aterros controlados e para os aterros sanitários. Além disso, o relatório aponta que apenas 14 estados brasileiros possuem unidades de compostagem, sendo a maioria delas concentradas nos estados do Sul e Sudeste. Diante disso, fica evidente que o processo de compostagem é ainda incipiente no país, inclusive pelos programas governamentais de gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos. O Quadro 1 apresenta a relação de patentes associadas à compostagem que foram depositadas no Brasil.

Como disposto no quadro, entre essas patentes, apenas uma delas foi desenvolvida no país pela Universidade de São Paulo, que diz respeito a um biorreator. As demais foram depositadas no Brasil, mas terão aplicação em outros países. Massukado (2008) associa essa realidade aos seguintes motivos: dificuldade de obtenção dos resíduos orgânicos devidamente separados; insuficiência de manutenção do processo; desvalorização e preconceito com o produto; carência de investimentos e de tecnologia para a coleta do material.

Entretanto, espera-se que esse atual cenário seja modificado com a incorporação do processo de compostagem nos marcos legais, por meio da criação da Lei n. 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, e da Lei n. 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Na primeira, a compostagem é utilizada como uma das atividades envolvidas no serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos, conforme o artigo 7º (BRASIL, 2007). Já na Lei n. 12.305/2010, a compostagem é vista como uma maneira ambientalmente adequada para destinação final dos resíduos. Sendo assim, o artigo 35 prevê que, após o estabelecimento do sistema de coleta seletiva pelo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, os consumidores passam a ter algumas obrigações, entre elas: “[...] implantar sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido” (BRASIL, 2010, art. 35). Embora essas leis tenham sido criadas há mais de uma década, poucas ações governamentais efetivas direcionadas à reutilização dos resíduos sólidos urbanos foram implementadas.

Quadro 1 – Publicações de patentes no Brasil

	NÚMERO DE PUBLICAÇÃO	DEPOSITANTE
1	BRPI1003119 (A2); BRPI1003119 (B1)	UNIV SAO PAULO [BR]
2	BRPI0918223 (A2)	JURAG SEPARATION AS [DK]
3	BR112012020517 (A2)	STATOIL PETROLEUM AS [NO]
4	BR112012000046 (A2)	UNIV CHICAGO [US]
5	BRPI0821519 (A2)	GEVO INC [US]
6	BRPI0820031 (A2); BRPI0820031 (B1); BRPI0820031 (B8)	GYCO INC [US]
7	BRPI1100460 (A2)	SIQUEIRA FABRICIO SEGABINAZZI [US]
8	BRPI0819818 (A2); BRPI0819818 (B1)	ITESM [MX]
9	BRPI0914146 (A2)	BIO FUEL SYSTEMS S L [ES]
10	BR112014003226 (A2)	NEDERLANDSE ORGANISATIE VOOR TOEGEPAST- NATUURWETENSCHAPPELIJK [NL]
11	BR112013029388 (A2)	SCALE BIOFUEL APS [DK]
12	BR112017001232 (A2)	AFYREN [FR]
13	BR112015008041 (A2)	SEA MARCONI TECH DI VANDER TUMIATTI S A S [IT]
14	BR112017006313 (A2)	CAMERON SOLUTIONS INC [US]
15	BR112017017426 (A2)	AJINOMOTO KK [JP]; TOKYO INST TECH [JP]
16	BR112013025749 (A2)	POET RES INCORPORATED [US]
17	BR112017019183 (A2)	VALMET OU [SE]
18	BR112018009343 (A2)	UNIBIO AS [DK]

Nota: Patentes encontradas na Estratégia 8

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo a partir dos dados coletados na base Espacenet (2019)

4 Considerações Finais

O trabalho mostrou que a compostagem se destaca como uma alternativa viável, ecológica e economicamente. Do ponto de vista ecológico, a compostagem permite a redução de resíduos sólidos despejados inadequadamente nos aterros sanitários, e isso reduz os danos ambientais e melhora a qualidade de vida da população, além de favorecer a qualidade dos solos quando os compostos orgânicos são utilizados na agricultura. Do ponto de vista econômico, é um método que possui baixo custo de implantação, haja vista que o seu intuito é o reaproveitamento dos resíduos em produtos que agregam valor comercial e podem ser destinados à atividade agrícola, além de representar uma vantagem competitiva no âmbito mundial.

Com a prospecção tecnológica, observou-se o aumento de patentes depositadas e publicadas ao longo dos anos. Ainda foi possível constatar como os países desenvolvidos, sobretudo a China, investem em inovação e em tecnologias relacionadas ao reaproveitamento dos resíduos.

Considerando o Brasil uma potência agrícola mundial e pensando que a oferta de resíduos orgânicos e a demanda por fertilizantes são significativas, ficou evidente que o Brasil precisa desenvolver políticas governamentais que estimulem e conscientizem a população sobre a necessidade de transformar os resíduos em produtos e em processos inovadores, viabilizando a economia nacional.

Referências

- BRASIL. **Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis n. 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei n. 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm. Acesso em: 13 nov. 2009.
- BRASIL. **Lei n. 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, 2010.
- BRITO, L. M. **Manual de compostagem da Escola Superior Agrária de Ponte Lima**. Escola Superior Agrária, Instituto Superior de Viana de Castelo, 2007. Disponível em: http://www.ci.esapl.pt/mbrito/compostagem/Manual_de_compostagem%20capa.htm. Acesso em: 30 jul. 2019.
- CEN, Y. Resíduos: como lidar com recursos naturais. In: STRAUCH, Manuel; ALBUQUERQUE, Paulo Peixoto de. (org.). **Características das inovações no setor de gestão de resíduos e o padrão distinto do uso da incineração de resíduos na China**. São Leopoldo: Oikos, 2008. p. 105-143.
- D'ALMEIDA, M. L.; VILHENA, A. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 2. ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000. 370 p.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION *et al.* **On-farm composting methods**. [S.l.]: [s.n.], 2003. p. 36.
- FIGUEIREDO, F. E. R. Agricultura Alternativa *versus* Convencional. **Revista Brasileira de Agropecuária**, [S.l.], ano 1, n. 9, p 18-20, 2001.

FILHO, J. G. O. *et al.* Caracterização Microbiológica do Processo de Compostagem de Resíduos Orgânicos em Pequena Escala. **Colloquium Agrariae**, [S.l.], v. 13, n. 2, p. 130-136, 2017.

HECK, K. *et al.* Temperatura de degradação de resíduos em processo de compostagem e qualidade microbiológica do composto final. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.l.], v. 17, n. 1, p. 54-59, 2013.

INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem**: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 156 p.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos**: Relatório de Pesquisa. Brasília: IPEA, 2012.

MASSUKADO, L. M. **Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares**. São Carlos: [s.n], 2008. 204 p.

ONWOSI, C. O. *et al.* Composting technology in waste stabilization: On the methods, challenges and future prospects. **Journal of Environmental Management**, [S.l.], v. 190, p. 140-157, 2017.

QUINTELLA, C. M. *et al.* Prospecção Tecnológica como uma Ferramenta Aplicada em Ciência e Tecnologia para se Chegar à Inovação. **Revista Virtual de Química**, [S.l.], v. 3, n. 5, p. 406-415, 2011.

RODRIGUES, P. N. *et al.* Efeito do composto orgânico e compactação do solo no milho e nutrientes do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.l.], v. 15, p. 788-793, 2011.

SANTOS, R. C. *et al.* Usinas de Compostagem de Lixo como alternativa viável à problemática dos lixões no meio urbano. **Enciclopédia Biosfera**, [S.l.], n. 2, 2006.

SENADO FEDERAL. Secretaria de Comunicação Social. Em Discussão! Os principais debates do Senado Federal. **Resíduos sólidos**: lixões persistem, Brasília, v. 5, n. 22, set. 2014. Disponível em: https://www12.senado.leg.br/emdiscussao/edicoes/residuos-solidos/@_@images/arquivo_pdf/. Acesso em: 30 jul. 2019.

SILVA, R. R.; FAREZIN, E. C.; SOTO, F. R. M. Avaliação microbiológica e físico-química de um sistema experimental de tratamento de resíduos sólidos de hortaliças. **Revista Agrogeoambiental**, [S.l.], v. 10, n. 2, 2018. Disponível em: doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181118. Acesso em: 30 jul. 2019.

WAGNER, D. M. K. Educação Ambiental para o Cidadão. In: SIMPÓSIO SOBRE A RECICLAGEM DE LIXO URBANO PARA FINS INDUSTRIAIS E AGRÍCOLAS, Belém, 1998. **Anais** [...], Belém, PA, Embrapa Amazônia Ocidental, 1998. p. 157-164.

Sobre as Autoras

Camila Cruz de Oliveira Araújo

E-mail: camila.oliveira@ufob.edu.br

Especialista em Gestão Pública pela Universidade Cândido Mendes em 2016.

Endereço profissional: Universidade Federal do Oeste da Bahia, Reitoria, Rua Professor José Seabra de Lemos, lado par, Recanto dos Pássaros, Barreiras, BA. CEP: 47808-021.

Gabriela Silva Cerqueira

E-mail: gabriela.cerqueira@ufob.edu.br

Doutorado em Química pela Universidade Federal da Bahia em 2017.

Endereço profissional: Universidade Federal do Oeste da Bahia, Reitoria, Rua Professor José Seabra de Lemos, lado par, Recanto dos Pássaros, Barreiras, BA. CEP: 47808-021.

Cristine Elizabeth Alvarenga Carneiro

E-mail: cristine.carneiro@ufob.edu.br

Doutorado em Química (Físico-química) pela Universidade Estadual de Londrina em 2012.

Endereço profissional: Universidade Federal do Oeste da Bahia, Centro das Ciências Exatas e das Tecnologias, Rua Bertioga, n. 892, Morada Nobre, Barreiras, BA. CEP: 47810-059.