

III-221 - DESENVOLVIMENTO DE BANCO DE EXPERIÊNCIAS SOBRE COMPOSTAGEM E VERMICOMPOSTAGEM EM PEQUENA ESCALA: ESTUDO DE CASO

Jacqueline R. Bringhenti⁽¹⁾

Engenheira Civil e sanitária, Mestre e Doutora em Saúde Pública pela USP, Professora do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental e do Programa de Pós-graduação em Tecnologias Sustentáveis, Ifes, Campus Vitória.

Vitor Souza Pinto Mascarenhas⁽¹⁾

Estudante de Engenharia Sanitária e Ambiental no Ifes – Campus Vitória

Wanda Maria Risso Gunther⁽²⁾

Engenheira Civil e cientista social. Mestre e Doutora em Saúde Pública pela USP. Professora titular do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública, USP. Vice-coordenadora do Programa de Pós-Graduação Ambiente, Saúde e Sustentabilidade da FSP/USP.

Adriana Marcia Nicolau Korres⁽¹⁾

Bióloga, Doutora em Biotecnologia pela Rede Nordeste de Biotecnologia, Professora do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental do Programa de Pós-graduação em Tecnologias Sustentáveis, Ifes, Campus Vitória.

Endereço⁽¹⁾: Av. Vitória, 1729 - Jucutuquara - Vitória - ES - CEP: 29040-780 - Brasil - Tel: (27) 3331-2237 - e-mail: jacquelineb@ifes.edu.br

Endereço⁽²⁾: Av. Dr. Arnaldo 715 – Pinheiros - São Paulo – SP - CEP: 01255-001 - Brasil - Tel: (11) 3331-2237 - e-mail: wgunther@usp.br

RESUMO

A utilização de métodos de compostagem *in situ* para o tratamento de resíduos orgânicos vem ganhando destaque no país, sendo impulsionada pela valorização de resíduos orgânicos, esgotamento de áreas para aterros sanitários e busca de adoção de práticas sustentáveis. Essa crescente utilização da compostagem cria demanda pelo aprimoramento e desenvolvimento de técnicas e métodos adequados às características locais, que exigem embasamento técnico científico para sua implantação. Com isso, a revisão bibliográfica sistematizada assume especial importância, como meio de reunir, organizar e esboçar o cenário atual das publicações referentes ao tema e especificamente focada. Foram levantadas e analisadas 44 experiências de compostagem ao redor do mundo, no horizonte de tempo de 2000 a 2017, escolhidas de acordo com os critérios de seleção delimitados pela metodologia empregada. Foi observada a predominância de experiências envolvendo a técnica da compostagem (77%) em relação a vermicompostagem (7%), bem como o maior uso de composteiras em caixas (45%) em relação a leiras reviradas (23%). Quanto à temática, mais da metade das experiências estudadas focam no processo de compostagem em si (55%), seguido por análises dos aspectos de participação social e percepção na implantação e operação das composteiras (25%). Os resultados permitiram observar ainda que as pesquisas e iniciativas do país encontram-se em estágio diferente em relação a estudos europeus, aqui mais alinhados a países asiáticos e africanos. Estudos europeus tratam em sua maioria de aspectos referentes a análises físicas, químicas e biológicas do composto, enquanto estudos brasileiros lidam com temáticas anteriores do processo de gerenciamento, como implantação do sistema e participação popular. Foi identificada importante lacuna referente a publicações e experiências envolvendo o tratamento *in loco* de resíduos orgânicos, como a compostagem domiciliar, o que reforça a demanda por pesquisas e maior aprofundamento. Verificou-se que a maior parte dos estudos selecionados indicaram resultados satisfatórios, no processo de implantação e operação das composteiras *in loco*, assim como na qualidade do composto final, reforçando a viabilidade e importância da compostagem em pequena escala como alternativa ao tratamento de resíduos sólidos orgânicos.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos Orgânicos, Compostagem, Vermicompostagem, Compostagem em Pequena Escala, Banco de Experiências.

INTRODUÇÃO

O tratamento adequado do resíduo sólido orgânico diretamente no local de geração tem despertado interesse, sendo a compostagem e a vermicompostagem alternativas interessantes e apropriadas. Dependendo da atividade econômica, hábitos culturais e estilo de vida, a fração orgânica presente nos resíduos sólidos urbanos (RSU) pode representar de 20 a 80% da massa total, sendo geralmente a sua maior fração (ADHIKARI et al, 2010). Essa parcela, que tem potencial de recuperação dentro da perspectiva da valorização de resíduos, pode causar impactos ambientais e efeitos à saúde se não tratada ou disposta de forma adequada. Esses resíduos favorecem a atração, alimentação e proliferação de insetos, artrópodes e roedores que desempenham função de reservatório e/ou vetores de diversas doenças (GÜNTHER, 2005).

Enquanto a compostagem caracteriza-se como um método de valorização de resíduos orgânicos por meio da degradação da matéria orgânica de forma aeróbia, a vermicompostagem - compostagem com utilização de minhocas - otimiza o espaço destinado ao processo e facilita a operação, pelo fato das minhocas promoverem a aeração do material e o aumento do oxigênio no sistema, essencial para a estabilização do composto. A aeração produzida pelas minhocas reduz a necessidade de revolvimento da composteira, tornando-se prática mais acessível e viável em pequena escala.

A compostagem em pequena escala é uma alternativa para o tratamento de resíduos orgânicos domiciliares que possui benefícios em sua implantação e resultado final, quando comparada à compostagem tradicional em larga escala. Em termos de implantação e operação, a compostagem domiciliar é uma técnica de menor custo e de fácil aplicação. Quanto ao composto final, este pode apresentar maior concentração de nutrientes, devido a uma melhor segregação do material enviado à composteira de pequena escala, usualmente tecidos vegetais macios, que possuem maior riqueza de nutrientes (SMITH, S. R., JASMIN, S. 2009).

Tal estratégia contribui ainda para mitigar impactos como as emissões de gases de efeito estufa (GEE), decorrentes do transporte e da disposição de resíduos orgânicos no solo, dando origem a gases da decomposição anaeróbia. Se bem operada, a compostagem domiciliar produz composto com nível de estabilidade igual, ou até superior, quando comparada à compostagem industrial (BARRENA et al., 2014).

No Brasil, a lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelece como responsabilidade do gestor, no âmbito do plano municipal de gestão integrada (artigo 36, inciso v), “implantar sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido” (BRASIL, 2010).

A efetiva aplicação dessa nova política fomenta a necessidade de aprofundar estudos sobre procedimentos para implantação, operação e monitoramento de composteiras de pequeno porte e quanto à percepção dos usuários sobre coleta seletiva e compostagem nestes termos. A revisão sistematizada da bibliográfica sobre este tema e a criação do banco de dados de experiências apresentam-se como contribuição efetiva para essa temática, uma vez que favorecem a geração e difusão do conhecimento quanto a práticas sustentáveis, facilitando o acesso a informações e técnicas de diferentes fontes.

Muito utilizada na área da saúde, a revisão sistematizada consiste em revisão planejada, para responder perguntas específicas, utilizando métodos explícitos e sistemáticos para identificar, selecionar e avaliar os estudos, e para coletar e analisar os dados destes estudos (ROTHER, 2007).

O presente trabalho tem por objetivo apresentar os resultados da revisão bibliográfica sistematizada realizada com fins de subsidiar a criação de um banco de dados sobre experiências relacionadas à compostagem, assim como a análise qualitativa da evolução da produção científica no que tange a essa temática.

METODOLOGIA

O estudo que embasou o presente trabalho faz parte de um projeto de pesquisa integrado que envolve duas Instituições de Ensino Superior (IES) de dois estados da região sudeste do país, nos municípios de São Paulo/SP e de Vitória/ES. Ambas as IES possuem projetos de compostagem inseridos em programas locais de práticas sustentáveis e realizados em local aberto, integrado às respectivas áreas verdes, sendo que a primeira utiliza o método de compostagem com leiras reviradas e a segunda a vermicompostagem em caixas

(minhocário). Os experimentos e dados resultantes das iniciativas têm sido base para trabalhos de iniciação científica, trabalhos de conclusão de curso de graduação e dissertação de mestrado.

Como parte deste projeto os métodos de operação e monitoramento das duas instituições foram compartilhados e alinhados e, como etapa experimental conjunta, as composteiras foram operadas em paralelo por três meses e monitoradas quanto aos mesmos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, além da avaliação sobre o potencial de redução da emissão de gases de efeito estufa (GEE) decorrentes do processo. A revisão sistematizada ora em desenvolvimento foi focada na resposta às demandas do projeto de pesquisa em que está inserida.

Trata-se de pesquisa bibliográfica e documental, que envolve levantamento, seleção, leitura, interpretação e descrição dos artigos e documentos obtidos com base em critérios de ordenação e sistematização, conforme apresentado na Figura 1, assim como na organização e análise dos dados.

O trabalho foi realizado em quatro etapas metodológicas: E1) Elaboração e teste da metodologia; E2) Levantamento bibliográfico; E3) Leitura, interpretação, descrição, ordenação e sistematização das informações e E4) Análise e sistematização da produção científica selecionada. Foi adotada a estratégia da revisão sistematizada que consiste em revisão planejada para responder perguntas específicas, utilizando métodos explícitos e sistemáticos para identificar, selecionar e avaliar os estudos, e para coletar e analisar os dados destes estudos (CASTRO, 2001).

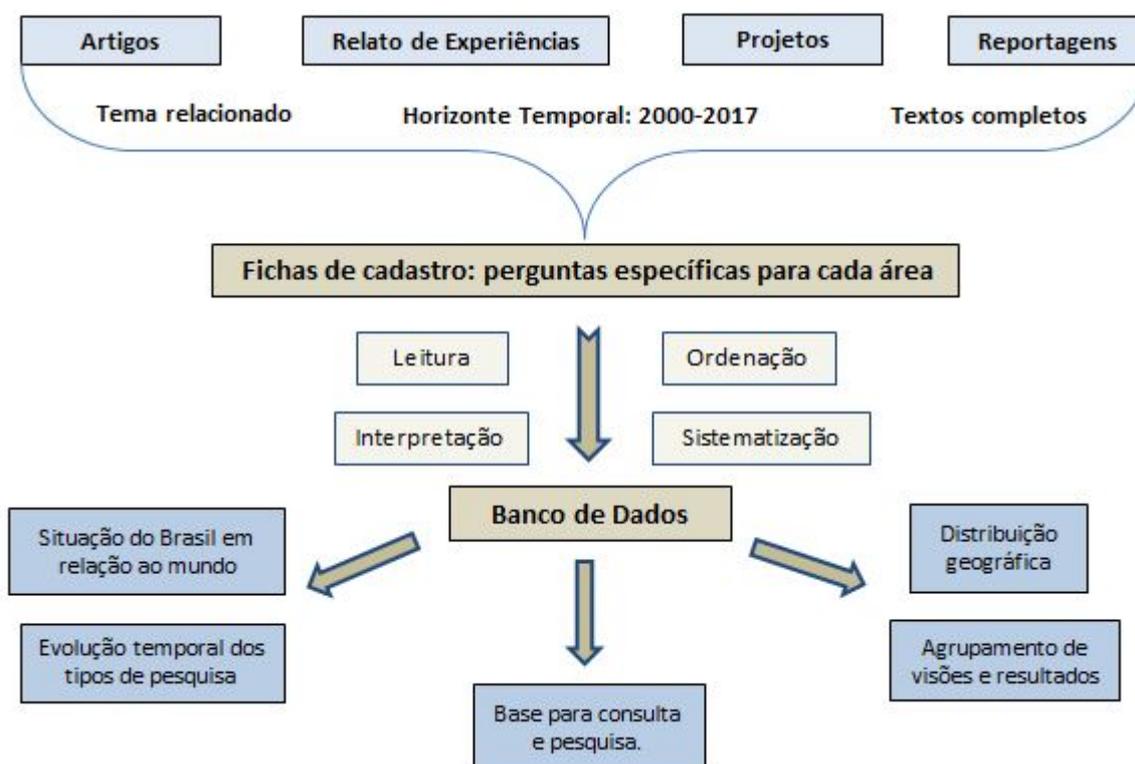


Figura 1: Fluxograma da metodologia utilizada e aplicação do banco de dados.

A primeira etapa (E1) foi destinada à elaboração e teste de ficha cadastral, definição do período de estudo, critérios de armazenamento de dados e perguntas a serem respondidas. A segunda (E2) voltou-se ao levantamento bibliográfico e documental focado nos temas propostos. A terceira (E3) referente à leitura, interpretação, ordenação e sistematização das informações obtidas na etapa anterior. E a quarta (E4) à análise da evolução da produção científica no que tange a essa temática.

Foram consultadas as bases de dados Web of Science e Scielo, na busca por artigos além de sites institucionais. Também foi explorado como fonte de pesquisa o próprio acervo dos pesquisadores envolvidos e a biblioteca do Instituto Federal do Espírito Santo.

O horizonte temporal determinado para a base de dados é de 17 anos, envolvendo o período de 2000 a 2017. Os descritores utilizados foram *resíduos orgânicos, compostagem em pequena escala, vermicompostagem, e compostagem caseira*, além dos termos em inglês: *composting, home composting e small scale composting*.

A organização e sistematização das experiências selecionadas resultaram na elaboração de fichas cadastrais. Para facilitar a descrição dos artigos, realizada em forma de resumo, foram formuladas perguntas específicas, quanto à experiência da compostagem, além da identificação do artigo, quanto à data, local de realização e referência bibliográfica, possibilitando assim o acesso ao conteúdo completo do estudo.

Após a realização de pré-teste, houve necessidade de ajustes no tópico relacionado à caracterização das experiências, visando comparação entre as mesmas. Devido ao grande número e variabilidade de abordagens nos estudos relacionados ao tema as questões foram reescritas de forma mais geral.

A organização dos artigos por meio de ficha cadastral propiciou a comparação entre os mesmos, promovendo o confronto de evidências distintas para um único tema, ou o agrupamento de visões semelhantes. A ficha elaborada foi dividida em cinco grandes áreas, com perguntas específicas relacionadas, além de um tópico de informações complementares para resultados e conclusões. As áreas são: i) Identificação: Título, tipo do artigo, endereço ou fonte de citação, local de realização e data da publicação. ii) Aspectos sociais: Público envolvido, instituições envolvidas, tipo de coleta seletiva e destino (compostagem ou vermicompostagem). iii) Aspectos operacionais: Tipo de composteira utilizada, tempo de operação da compostagem, destino do composto e material estruturante utilizado. iv) Escala: Total de resíduos produzidos, total enviado à composteira e quantidade de composto produzido. v) Monitoramento: Tipos de parâmetros monitorados e desvio do aterro sanitário.

Após finalizada a busca bibliográfica, em reuniões periódicas do grupo de pesquisa, em conjunto com os professores orientadores, foram realizadas discussões quanto aos resultados encontrados e trabalhos em andamento. Com o objetivo de refinar a pesquisa e integrar o presente trabalho com os outros projetos, foi criado um arquivo compartilhado na plataforma Google Docs, disponibilizando a ficha cadastral aos alunos e professores participantes.

RESULTADOS

Considerando os critérios de busca escolhidos, foram incluídas 44 experiências no banco de dados, dentre as quais 41 são artigos científicos, além de duas reportagens jornalísticas e um resumo. Outras experiências encontradas na busca foram descartadas por não se adequarem ao tema, ao horizonte temporal, ou à não disponibilidade do texto completo. O perfil da amostra, formada em sua maior parte por artigos pode ser atribuída em parte à estratégia de pesquisa adotada. Reportagens jornalísticas com as informações detalhadas de modo a atender aos critérios de busca apresentaram-se mais escassas, e muitos vídeos completos exigem assinatura ou cadastro. O grande número de artigos científicos indexados se deve à facilidade de obtenção, por meio de base de dados acessíveis em instituições públicas de ensino e pesquisa, como Scielo e Web of Science.

As 44 experiências selecionadas foram categorizadas em grupos temáticos: Processo de Compostagem (24 experiências), Participação Social e Percepção (11 experiências) e Monitoramento e Análises Físicas, Químicas e Biológicas (9 experiências). A distribuição dos resultados pode ser visualizada na Figura 2.

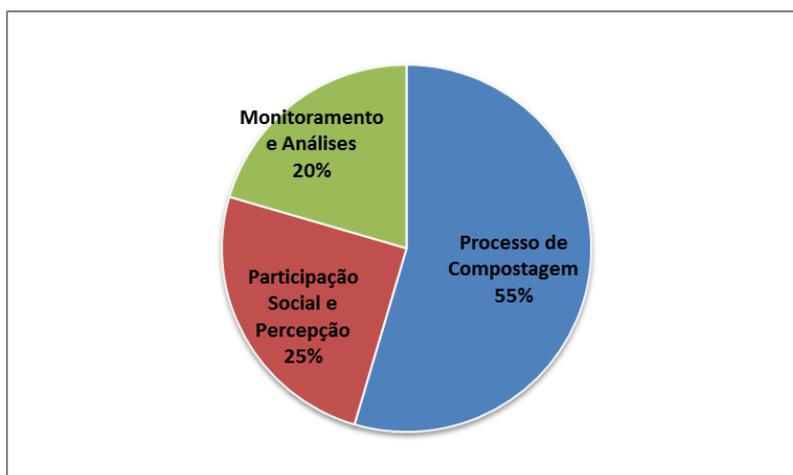


Figura 2: Publica es sobre compostagem, por critério abordado, no período de 2000 a 2017.

Esses grupos temáticos foram adotados para facilitar a organiza o e a análise do panorama total. As fontes pesquisadas, na maioria das vezes, abordavam diferentes temas em um mesmo documento. Como exemplo tem-se experiência brasileira na comunidade rural de Guaxupé, Minas Gerais. O artigo foi enquadrado no grupo de Participa o Social e Percep o, porém, o autor realiza análises físicas e químicas durante e ao final do processo, que por sua vez não são o foco do trabalho. Tais dados mostram a riqueza de detalhes dos trabalhos apurados (DALLES, R. N. TEIXEIRA, I. R. V., 2010).

Os dados obtidos foram agrupados ainda segundo o ano e local da publica o (análise geográfica temporal) e metodologia utilizada: o processo empregado, tema central da publica o e o tipo de composteira utilizada, (análise metodológica). As Tabelas 1 e 2 fornecem os dados do número de publica es de acordo com cada categoria.

Tabela 1: Experiências de compostagem e vermicompostagem em pequena escala selecionadas, por ano de publica o, no período de 2000 a 2017

| Período (ano) | Experiências selecionadas (n) | Distribui o (%) |
|---------------|-------------------------------|-----------------|
| 2000 - 2002 | 2 | 4 |
| 2003 - 2005 | 3 | 7 |
| 2006 - 2008 | 4 | 9 |
| 2009 - 2011 | 17 | 39 |
| 2012 - 2014 | 7 | 16 |
| 2015 - 2017 | 11 | 25 |
| Total | 44 | 100 |

Observa-se maior contribui o em termos de produ o na área nos últimos nove anos, o que pode estar associado   origem da maioria dos estudos encontrados que são brasileiros. A Tabela 2 apresenta a distribui o geográfica das experiências selecionadas.

Tabela 2: Experiências de compostagem e vermicompostagem em pequena escala selecionadas, por localiza o, no período de 2000 a 2017

| Continente de realiza o | Experiências selecionadas (n) | Distribui o (%) |
|-------------------------|-------------------------------|-----------------|
| América | 26 | 59 |
| Europa | 11 | 25 |
| Oceania | 4 | 9 |
| África | 2 | 5 |
| Ásia | 1 | 2 |
| Total | 44 | 100 |

Dentre as publicações do continente americano, 22 são brasileiras, o que corresponde a 50% de todo o banco de experiências. A Tabela 3 apresenta os dados de acordo com a metodologia empregada na experiência.

Tabela 3: Classificação Metodológica das publicações selecionadas, de 2000 a 2017.

| MÉTODO DE COMPOSTAGEM EMPREGADO NA EXPERIÊNCIA | | |
|--|----------------|-----------------|
| Método | Quantidade (n) | Porcentagem (%) |
| Compostagem | 34 | 77 |
| Vermicompostagem | 3 | 7 |
| Ambas | 7 | 16 |
| TEMA PRINCIPAL DO EXPERIMENTO | | |
| Tema | Quantidade (n) | Porcentagem (%) |
| Processo de Compostagem | 24 | 55 |
| Participação Social | 11 | 25 |
| Monitoramento e Análises | 9 | 20 |
| TIPO DE COMPOSTEIRA UTILIZADA NO EXPERIMENTO | | |
| Tipo de Composteira | Quantidade (n) | Porcentagem (%) |
| Caixa/Tonel | 20 | 45 |
| Leira | 10 | 23 |
| Alvenaria | 1 | 2 |
| Combinação | 11 | 25 |
| Não Informado | 2 | 5 |

ANÁLISE TEMPORAL

Analisando a variável *ano de publicação* é notório o crescimento na produção quanto ao tema de compostagem, ao longo do tempo. Pode-se observar quantitativamente uma evolução nas pesquisas, quando agrupadas por período. Nos primeiros nove anos de busca (2000 a 2008), apenas oito artigos foram selecionados (18%). Nos três anos seguintes (2009 a 2011), nota-se um total de 17 artigos (39%) e nos três anos subsequentes (2012 a 2014), houve sete artigos (16%). A partir de 2015, até a data de conclusão das buscas, 12 artigos foram selecionados (27%). A Figura 3 apresenta o número de publicações selecionadas pela busca bibliográfica, em âmbito nacional e internacional no período de 17 anos.

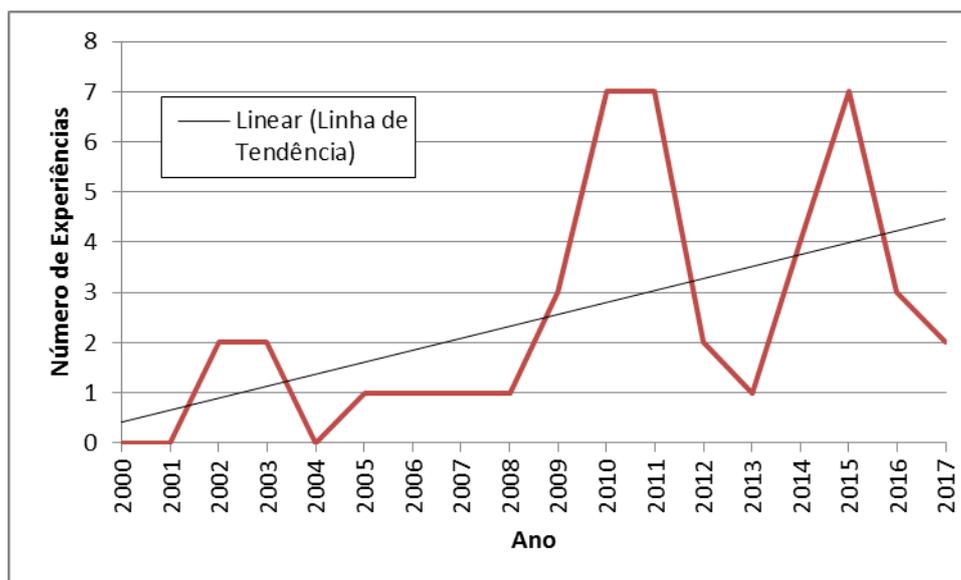


Figura 3: Distribuição temporal das publicações sobre compostagem e linha de tendência, de 2000 a 2017.

Essa evolução reflete a crescente preocupação com a destinação de resíduos sólidos orgânicos, tanto no perímetro urbano, como em áreas rurais. Essa problemática se deve principalmente à grande quantidade de

resíduo orgânico produzido por habitante, podendo chegar a 65% do total, em uma cidade de pequeno porte (TEIXEIRA, L. B. GERMANO, V. L. C. 2002).

Questões políticas e econômicas também interferem nas variações das produções científicas ao longo dos anos. Leis como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), editada em 2010, estabelecem princípios e instrumentos a serem aplicados no tratamento e disposição final dos resíduos sólidos. Essa lei estabelece, em seu Art. 3º, a compostagem como uma opção de destinação ambientalmente adequada. Com isso surge demanda para novos métodos e instrumentos relacionados ao processo, fomentando a produção acadêmica na área (BRASIL, 2010).

A influência da PNRS e a crescente preocupação com os resíduos orgânicos no Brasil ficam evidenciadas no gráfico da Figura 4, referente à evolução temporal das publicações sobre o tema, no Brasil.

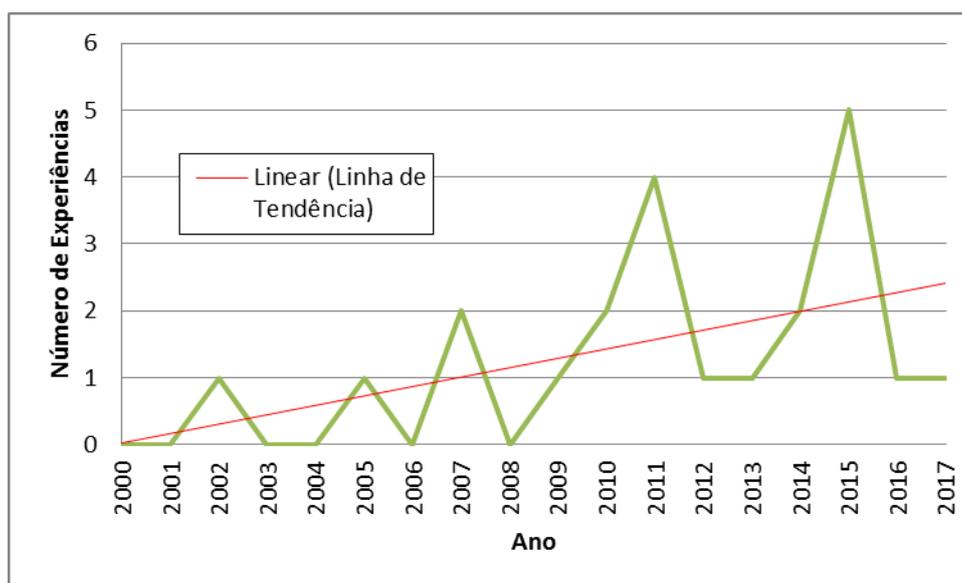


Figura 4: Distribuição temporal das publicações brasileiras sobre compostagem e linha de tendência, de 2000 a 2017.

É observado um aumento a partir do ano de 2008 e, principalmente, entre os anos de 2010 para 2011, e 2014 para 2015. É notório um crescimento contínuo no número de pesquisas, fato corroborado pela linha de tendência linear, esboçada no gráfico. O fato de alguns anos apresentarem poucas publicações (2012, 2013, 2016 e 2017) não significa diretamente um decréscimo nas pesquisas relacionadas a resíduos sólidos no Brasil. Pesquisas destes anos podem não constar no banco de dados por não atenderem aos critérios metodológicos impostas, ou por falhas na busca e/ou publicação dessas experiências.

Devido à legislação mais restrita, a relação entre o responsável e o resíduo se torna mais cara, tendo este que seguir o estabelecido em lei. O tratamento, ambientalmente adequado, de um resíduo gera custos em diferentes etapas: em seu tratamento inicial, quando necessário, no acondicionamento, transporte e destinação final. Métodos antes utilizados são abolidos, como disposição a céu aberto, e visando diminuir tais despesas das novas operações, cresce o investimento em inovação, e consequentemente nas pesquisas científicas.

ANÁLISE GEOGRÁFICA

Quanto ao local de origem desses estudos, foi observada uma maior produção no continente americano (26) com destaque para o Brasil (22), seguido pela Europa (11), Oceania (4), África (2) e Ásia (1). Esses números não refletem sozinhos a qualidade ou avanço científico na área, de cada região. A maior quantidade de estudos brasileiros pode estar relacionada a inclusão na busca de descritores em português, além de termos em inglês. As figuras 5 e 6 mostram essa distribuição geográfica das publicações:

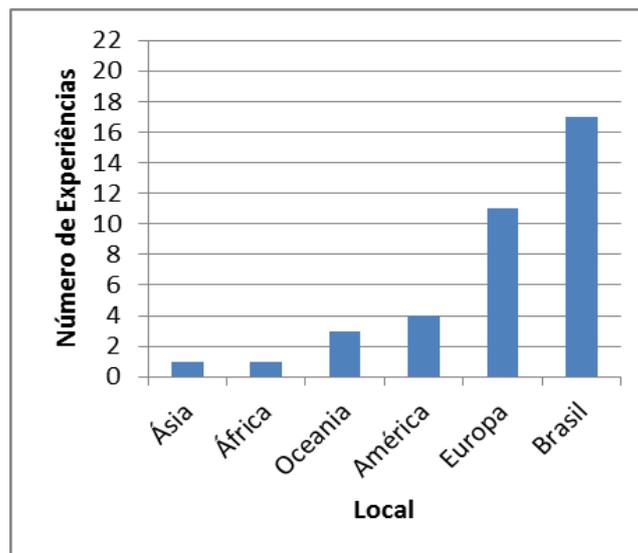


Figura 5: Distribuição geográfica das publicações sobre o tema compostagem de 2000 a 2017

A origem da produção avaliada também foi relacionada com o tema abordado no estudo, visando obter um cenário internacional das pesquisas. Dentre os estudos classificados na categoria Monitoramento e Análises Físicas, Químicas e Biológicas, cinco foram produzidos na Europa, um na América e um na Oceania, correspondendo a 72%, e 11% (cada) respectivamente. No Brasil, dentre as 22 publicações selecionadas no país, duas se enquadram nessa categoria, correspondendo a 22% do total: Hahn et al. (2012), com uma experiência envolvendo a persistência de patógenos e do antibiótico salinomicina em compostagem de cama aviário, e Heck et al. (2012), em um estudo da temperatura de degradação durante a compostagem, e a qualidade microbiológica do composto final.

Quanto à Participação Social e Percepção, dos onze artigos selecionados, oito são brasileiros (73%), dois são africanos (18%) e um é da Europa (9%). Sant'anna et al. (2015) pesquisaram técnicas para a utilização de resíduos sólidos, em especial a compostagem, como ferramentas de educação ambiental para grupos de jovens em assistência social. Esse estudo brasileiro constatou a eficácia de tal ferramenta na educação ambiental, gerando interesse à prática da compostagem, por parte dos jovens e funcionários.

Na temática Processo de Compostagem, de um total de 24 estudos, 12 são brasileiros (50%), cinco são europeus (21%), três da América e três da Oceania (13% cada), e um da Ásia (4%). Nesse tema foi observada uma grande especificidade nos estudos. Arroyo-rodriguez (2009) realizou uma experiência de compostagem somente com uso de cadáveres de veados mortos nas estradas de Ohio, ao identificar a grande quantidade de material disponível, 18.714 cervos mortos somente em 2007. Como conclusão, obteve um bom resultado, com redução de volume em 46%, além de economia no que tange o transporte e disposição final das carcaças desses animais.

A análise das porcentagens dentro de cada categoria, permite esboçar um cenário da evolução da pesquisa científica em cada região. A maior parte dos estudos envolvendo Participação Social e Percepção são brasileiros (73%), enquanto na categoria de Monitoramento e Análises Físicas Químicas e Biológicas, o número é de 22%. Isso demonstra que o Brasil está em uma etapa anterior nessa evolução científica em relação a continentes como Europa e América. Os estudos brasileiros ainda lidam com questões organizacionais e de implantação, etapas que antecedem análises laboratoriais mais complexas.

De forma análoga, os estudos originários da Europa, são predominantemente em relação ao processo da compostagem em si e suas análises. Esse fato indica que tais países já avançaram da etapa de organização e implantação, tendo em vista agora, a qualidade do processo e sua rentabilidade. Essa evolução é reflexo de um maior período de estudo, por parte do continente Europeu, além de um entendimento maior quanto à problemática envolvendo resíduos sólidos, preocupação relativamente recente no Brasil, mas em ascensão, como pode ser observado na figura 4. As figuras 7 a 9 demonstram essa diferença entre os cenários mundiais, no que tange as pesquisas relacionadas à compostagem de resíduos orgânicos, ilustrando a parcela de cada local, para cada área de estudo.

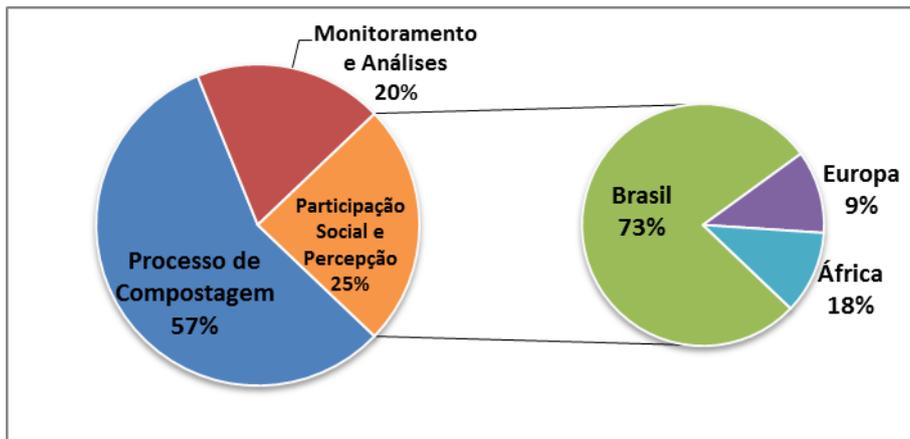


Figura 7 - Publicações sobre o tema compostagem de acordo com o tema, enfoque geográfico para Participação Social e Percepção.

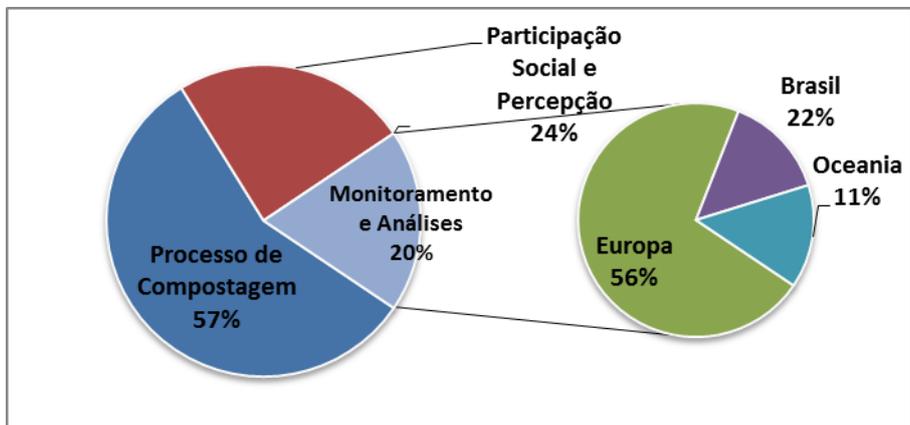


Figura 8: Publicações sobre o tema compostagem de acordo com o tema, enfoque geográfico para Monitoramento e Análises.

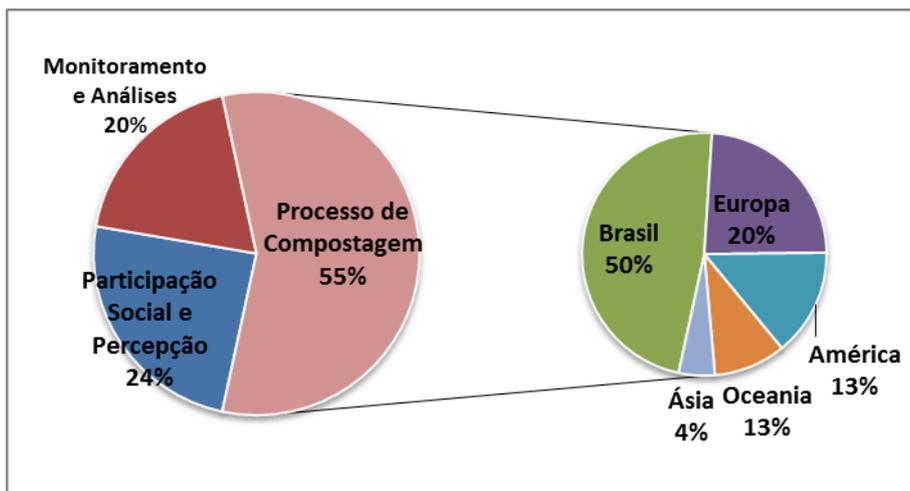


Figura 9: Publicações sobre o tema compostagem de acordo com o tema, enfoque geográfico para Processo de Compostagem.

ANÁLISE SEGUNDO A METODOLOGIA DE COMPOSTAGEM UTILIZADA

Metodologias distintas na aplicação de um sistema de compostagem fornecem diferentes compostos finais, além de alterações durante o processo. Variáveis como o processo empregado, compostagem ou vermicompostagem, alteram as temperaturas alcançadas, o pH, a duração da decomposição e o volume total de material decomposto (LOUREIRO et al. 2007).

Foram selecionadas duas variáveis metodológicas para uma análise quantitativa: o processo utilizado (compostagem, vermicompostagem ou ambas), e o tipo de composteira empregada (caixa/tonel, leira, alvenaria ou uma combinação das anteriores). Essa análise com outras variáveis, como o público ou instituição envolvida, e o material estruturante utilizado, se torna inviável, uma vez que, são informações com uma grande variabilidade e ausência de dados.

Dentre as 44 experiências selecionadas, 34 utilizaram o método da compostagem (77%), três a vermicompostagem (7%), e 7 relataram a utilização de ambos processos (16%), (figura 10).

Quanto ao tipo de composteira empregada, 20 experiências foram realizadas em caixas e/ou toneis (45%), 10 em forma de leiras (23%), uma experiência relatada com uso de alvenaria (2%), 11 que utilizaram mais de uma estrutura (25%), e 2 nas quais não havia a informação (5%) (figura 11). Devido a suas semelhantes características estruturais e de processo, as composteiras de caixa, tonel, e em reator, foram categorizadas em um único grupo.

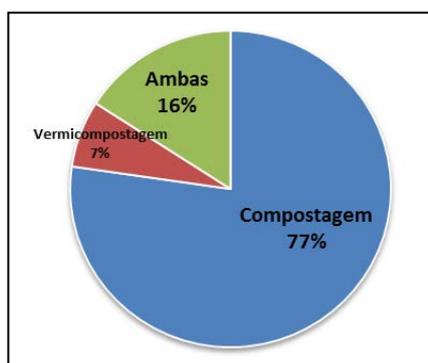


Figura 10: Distribuição percentual das experiências selecionadas, no período de 2000 a 2017, segundo o tipo de compostagem utilizado.

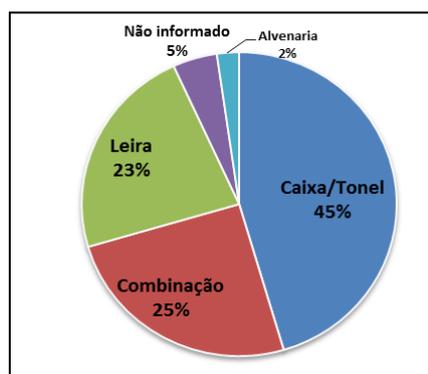


Figura 11: Distribuição percentual das experiências de compostagem e vermicompostagem selecionadas, segundo método operacional utilizado.

Foi observada uma predominância por compostagem em leiras reviradas, quando há grande quantidade de resíduo, e em caixas, para experiências de menor porte, porém existem alternativas que não essas. Existem estudos utilizando composteiras feitas de bambu, na prática de compostagem pelos agricultores familiares de Santa Rosa, Rio Grande do Sul (FERREIRA et al. 2012).

De um modo geral observou-se a carência de estudos em relação à compostagem em pequena escala e/ou domiciliar. Estudos como o realizado pela revista BioCycle (2012), apresentam processos para o tratamento de resíduos domiciliares, porém com uma etapa em larga escala, reunindo os resíduos em cada domicílio, e terminando o processo de compostagem em leiras reviradas.

Também chamou atenção o experimento realizado por Smith et al. (2009), no qual, foram acompanhados os resultados de uma pesquisa ao longo de 3 anos, envolvendo residências em Londres, que realizavam a compostagem diretamente em seus jardins. Como resultado, obtiveram um desvio de 20% da disposição em aterros, contando com a adesão da população ao projeto. Mas identificaram problemas quanto a grande geração de resíduos de podas de jardim, que não eram processados pela composteira devido a sua larga quantidade.

CONCLUSÃO

Destaca-se a contribuição do presente trabalho para maior utilização do conhecimento já construído e produzido sobre o tema. A sistematização, além de organizar, tornar mais acessível a pesquisadores e interessados experiências concluídas e em andamento, publicadas ou documentadas, serve de base a consultas para novos estudos e fornece subsídios para políticas públicas e regulamentos do setor.

Agrupar os artigos com base nas categorias propostas apresentou-se como um desafio, devido à variedade na forma de apresentação das experiências selecionadas. Informações básicas referentes a data, local, porte e objetivo dos estudos nem sempre estavam claras, dificultando o agrupamento proposto. Análises abrangentes referentes ao tipo de composteira utilizada e resultados obtidos puderam ser realizadas com maior facilidade. Tal resultado evidenciou a necessidade de padronização ou refinamento na apresentação das iniciativas, que pode ser incentivada pela criação de um banco de experiências sobre o tema.

Em sua maioria, os estudos selecionados obtiveram resultados positivos, quanto à viabilidade ~~de uso~~ do emprego de métodos de compostagem e quanto à qualidade do composto final, com parâmetros dentro dos limites estabelecidos por lei para uso agrícola. Isso reforça o importante papel dos métodos de compostagem em pequena escala como alternativa de tratamento *in loco* de resíduos sólidos orgânicos.

Considerando o princípio de pensar globalmente e agir localmente que vem sendo disseminado nas últimas décadas, ainda existe uma importante lacuna referente à investigação e registro de experiências que abordem o tratamento *in loco* dos resíduos, em todas as suas etapas. O que reforça a necessidade de novos estudos, em especial de compostagem domiciliar, na qual todo o processo, da separação à destinação, é realizado pelo próprio gerador, dentro de casa ou em sua instituição de trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADHIKARI, B. K.; TRÉMIER, A.; MARTINEZ, J.; BARRINGTON, S. Home and community composting for on-site treatment of urban organic waste: perspective for Europe and Canada. *Waste Management & Research*, v.28, n.11, p.1039-1053. 2010.
2. ARROYO-RODRIGUEZ, A. Composting road-killed deer. *Biocycle* v.50, n.2. 2009.
3. BARRENA, R., FONT X., GABARRELL, X., SÁNCHEZ A. Home composting versus industrial composting: Influence of composting system on compost quality with focus on compost stability. *Waste Management*, v.34, n.7, p. 1109-1116, mar. 2014.
4. BIOCYCLE. Small-scale residential food composting, v.53, n.10. p.12-12. 2012
5. BRASIL. Lei n. 912.305, 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. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 5 de nov. 2016.
6. CASTRO, A. A.; Revisão sistemática e meta-análise, 2001. Disponível em: < <http://metodologia.org/wp-content/uploads/2010/08/meta1.PDF> >. Acesso em: 5 de nov. 2016.
7. DALLES, R. N. TEIXEIRA, I. R. V. Processamento De Adubo Orgânico, A Partir De Resíduos Domésticos, Em Uma Comunidade Rural: Uma proposta ecológica e viável. *REMPEC - Ensino, Saúde e Ambiente*, v.3, n.3, p.137-150, dez. 2010.

8. FERREIRA, A. G; BORBA, S. N. S; WIZNIEWSKY, J. G. A prática da compostagem para a adubação orgânica pelos agricultores familiares de santa rosa/RS, Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM, v.8. 2013
9. GÜNTHER, W.M.R. Poluição do solo. In: Educação ambiental e sustentabilidade. Philippi Jr, A; Pelicioni, M.C.F (Eds). Barueri, SP: Manole, p. 195 -215, 2005.
10. HAHN, L; PADILHA, M. T. S; PADILHA, J. C. F; POLI, A; RIEFF, G. G. Persistência de patógenos e do antibiótico salinomicina em pilhas de compostagem de cama de aviário. Archivos de zootecnia v.6, n.234, p.280, dez. 2011.
11. HECK, K; DE MARCO, E. G; HAHN, A. B. B; KLUGE, M; SPILKI, F. R; VAN DER SAND, S. T. Temperatura de degradação de resíduos em processo de compostagem e qualidade microbiológica do composto final. Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental, v.17, n.1, p.54–59, 2013.
12. LIM, S.L., LEE, L.H., WU, T.Y. Sustainability of using composting and vermicomposting technologies for organic solid waste biotransformation: recent overview, greenhouse gases emissions and economic analysis. Journal of Cleaner Production. v.111, part A. p. 262-278
13. LOUREIRO, D. C; AQUINO, A. M; ZONTA, V; LIMA, E. Compostagem e vermicompostagem de resíduos domiciliares com esterco bovino para a produção de insumo orgânico. Pesq. agropec. Bras., v.42, n.7, p.1043-1048, jul. 2007.
14. ROTHER, E., T., Revisão Sistemática X Revisão Narrativa. Acta Paul Enferm, v.20, n.2. 2007.
15. SANT'ANNA, F. R. P; NOGUEIRA, J. O. Resíduos sólidos como ferramenta de educação ambiental para grupos do projovem do centro de referência de assistência social um lugar ao sol. Revista monografias ambientais. Edição especial curso de especialização em educação ambiental, p. 156-169, 2015.
16. SMITH, S. R; JASIM, S. Small-scale home composting of biodegradable household waste: overview of key results from a 3-year research programme in West London. Waste Management & Research, v.27, p.941–950, fev. 2009.
17. TEIXEIRA, L. B; GERMANO, V. L. C. Processo de compostagem a partir de lixo orgânico urbano e caroço de açaí. Circular técnica - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, v.1. Belém, PA, out. 2002.
18. WHO - World Health Organization. Atlas of health and climate. Geneva: WHO/WMO, 2012. 68p.