

Cenário da disposição do lodo de esgoto: uma revisão das publicações ocorridas no Brasil de 2004 a 2014

Alfred Luciano Fabio Gomes de Castro¹, Orlando Rodrigues da Silva¹, Paulo Sergio Scalize¹

RESUMO

O crescimento populacional somado à urbanização e ao desenvolvimento econômico são causas incontestáveis do aumento da geração de resíduos. No Brasil a gestão dos resíduos gerados apresenta dificuldades quanto à disposição inadequada, coleta informal e insuficiência do sistema de coleta pública. O lodo de esgoto, que é um resíduo, refere-se a um produto inevitável do tratamento de águas residuárias, sendo que sua disposição de forma inadequada é um problema existente em várias partes do mundo. No panorama brasileiro existe uma carência de informação oficial a respeito da disposição do lodo de esgoto. No entanto, são vários os autores que estudaram e/ou estudam alternativas para o uso ou aproveitamento deste biossólido. Nesse sentido o objetivo do presente estudo foi mapear as principais tendências do uso e disposição do lodo de esgoto no Brasil, tomando por base os trabalhos técnico-científicos publicados entre os anos de 2004 e 2014, sendo para isso utilizada a metodologia Mapping Study. Foram realizadas buscas a publicações eletrônicas nos bancos de dados Scielo, CAPES, e no sitio do Google Acadêmico. De acordo com análise cienciométrica de dados desse estudo, a realidade brasileira para a disposição do lodo de esgoto, é a produção vegetal ou a recomposição de áreas degradadas, presentes em 91,7% das publicações encontradas, com destaque a aplicação agrícola (82,1%) e, em especial na produção de milho (19,9%). Porém, mesmo em menor número, já começa a aparecer vertentes de pesquisa do uso deste biossólido para produção de artefatos cerâmicos, construção civil e geração de energia (8,3% dos artigos). O Estado de São Paulo é a unidade federativa com maior produção técnico-científica na área pesquisada, atingindo 61,8% de todos os artigos encontrados.

Palavras-chave: lodo de esgoto; biossólidos; disposição final.

Disposal scenario of sewage sludge: a review of papers published in the 2004-2014 in Brazil

ABSTRACT

The population growth, added to the urbanization and the economic development, are indubitable causes of the increasing generation of waste, and in Brazil, its mismanagement highlights difficulties as to inadequate disposal, informal collection and insufficiency regarding the public collection system. Sewage sludge, which is waste, refers to an inevitable product of the wastewater treatment, with its inadequate disposal being an existing problem all around the world. To the national scenario, there is a lack of official information concerning the sewage sludge disposal. However, many authors have been searching for alternative ways to utilize and reutilize those biosolids. The purpose of this research was to map, using the Mapping Study methodology, the main trends of the use and disposal of sewage sludge in Brazil, based upon the technical and scientific work published from 2004 to 2014. The electronic publications were searched for on the SciELO database, CAPES, and the Google Scholar website. According to the scientometric data analysis proposed by this study, Brazilian reality as for the disposal of sewage sludge is either the vegetable production or the restoration of degraded lands, present in 91,7% of the publications found, drawing attention to agricultural application (82,1%), especially the corn production (19,9%). However, even lessened in numbers, lines of research on the use of biosolids for production of ceramic artifacts, civil construction and energy generation (8,3%), have swimmingly come into view. The State of São Paulo is the largest federal unit with technical and scientific production in the research area, reaching 61.8% of all articles found.

Keywords: sewage sludge; biosolids; disposal.

Autor para correspondência: Paulo Sergio Scalize
Endereço: Escola de Engenharia Civil - Universidade Federal de Goiás, GO, Brasil.
E-mail: pscalize.ufg@gmail.com

Recebido em: 18 abr. 2015

Aceito em: 21 abr. 2015

Editor responsável: Profa. Dra. Aline Sueli de Lima Rodrigues

¹Escola de Engenharia Civil - Universidade Federal de Goiás, GO, Brasil.

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional somado à urbanização e ao desenvolvimento econômico são causas incontestáveis do aumento da geração de resíduos. No entanto, também é crescente por parte da sociedade a preocupação em compatibilizar desenvolvimento às limitações da exploração dos recursos naturais (Heck et al., 2013).

No Brasil, a gestão dos resíduos gerados passa por dificuldades como: disposição inadequada, coleta informal e insuficiência do

sistema de coleta pública (Linhares, Mendes, Lassance, 2012). Esta informação é corroborada por dados de coleta e tratamento de esgoto autodeclarados do ano de 2013 por companhias estaduais, empresas e autarquias municipais, empresas privadas e prefeituras, por meio de secretarias ou departamentos ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (BRASIL, 2014), podendo ser visualizada a distribuição por unidades da federação na Figura 1.

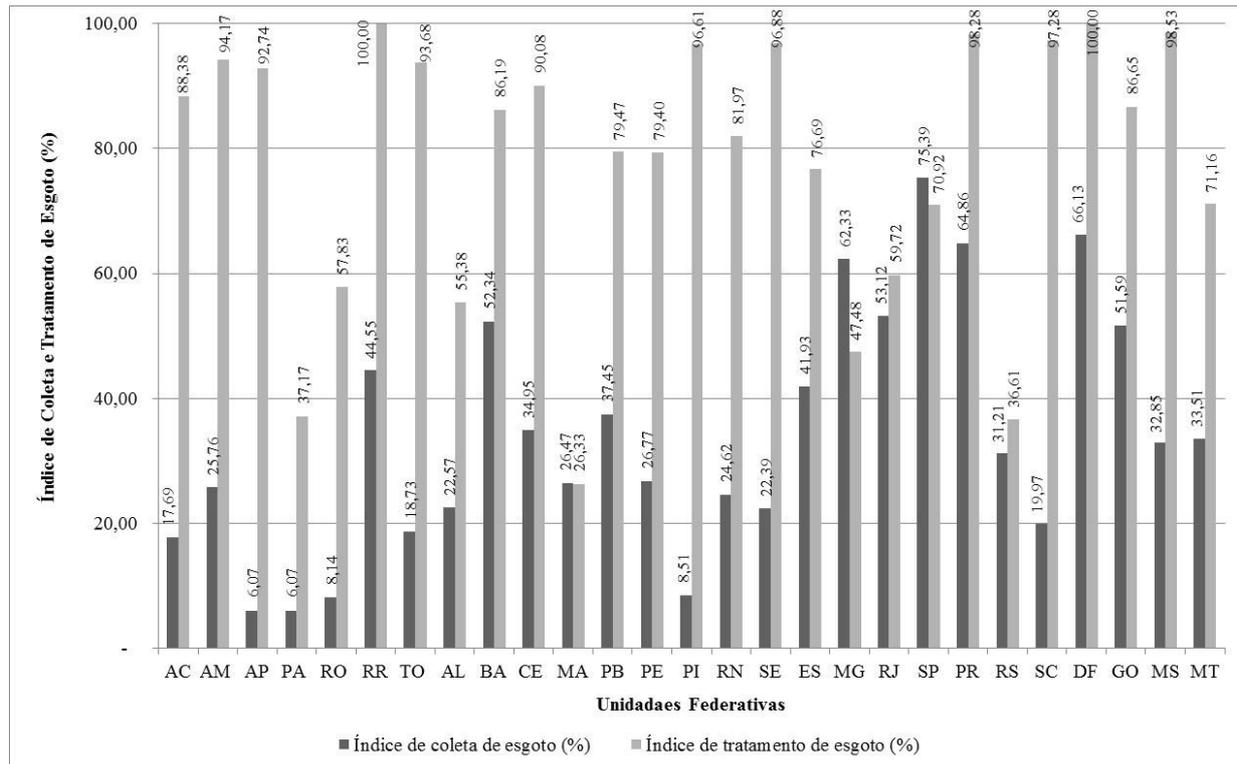


Figura 1: Situação brasileira em 2013 de coleta e tratamento de esgoto por Unidades da Federação de acordo com dados extraídos do SNIS 2014. Fonte: Adaptado com dados do SNIS 2013 (Brasil, 2014).

O tratamento e coleta de esgoto ainda é uma atividade precária no Brasil e, em alguns estados este serviço é quase inexistente, como observado nos Estados do Amapá, Pará, Rondônia e Piauí, onde os índices de coleta de esgoto estão abaixo de 10% e o tratamento não ocorre em todo esgoto coletado (Figura 1). Dentre os estados com maior porcentagem de atendimento destaca-se o Estado de São Paulo que coleta 75,39% do esgoto gerado e trata 70,92% (Figura 1). Em Brasília, a Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB), atende 66,13% da população com coleta de esgoto, porém com tratamento de 100% dos esgotos coletados (BRASIL, 2014). Nesse contexto, no ano de 2012, as estações de tratamento de esgoto (ETE's) do Distrito Federal, segundo a CAESB (2013), geraram 18.360 toneladas de lodo de esgoto (LE).

Segundo a definição da resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº

375/2006 (BRASIL, 2006a), retificada pelo CONAMA nº 380/2006 (BRASIL, 2006b), o LE é uma fonte potencial de riscos à saúde pública e ao ambiente, podendo contribuir para a proliferação de organismos vetores de doenças, conter metais pesados, compostos orgânicos persistentes e patógenos, em concentrações nocivas, classificando-o como A e B de acordo com a variação da concentração de agentes patogênicos (Tabela 1).

O LE é um produto inevitável do tratamento de águas residuárias e sua disposição, de forma inadequada, é um problema em todo o mundo (Escudey et al., 2011) e para Lopes et al. (2005, p. 143), "a disposição final do lodo de Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) é uma preocupação mundial, em razão do crescente volume produzido". De acordo com Bettiol et al. (2006), os efeitos da disposição de LE sobre o ambiente e

saúde pública se destacam no cenário internacional e no Brasil. As discussões culminam na necessidade iminente de criação de normas sobre a disposição

desse material orgânico e contaminante em todo o território nacional envolvendo diversos atores sociais.

Tabela 1. Classes de lodo de esgoto ou produto derivado – agentes patogênicos. Fonte: Adaptado de BRASIL, 2006a.

Tipo de lodo de esgoto ou produto derivado	Concentrações de patógenos
A	Coliformes Termotolerantes < 10 ³ NMP / g de ST Ovos viáveis de helmintos < 0,25 ovo / g de ST <i>Salmonella</i> ausência em 10 g de ST Vírus < 0,25 UFP ou UFF / g de ST
B	Coliformes Termotolerantes < 10 ⁶ NMP / g de ST Ovos viáveis de helmintos < 10 ovos / g de ST

ST - Sólidos Totais.

O retrato da disposição de LE em países europeus foi o objetivo do estudo de Kelessidis & Stasinakis (2012), que após a análise de relatórios publicados sobre a gestão de lodos em 27 países da União Europeia (UE), apontam o uso agrícola e leve e gradual crescimento do espalhamento de lodos de compostagem direto ao solo, como principais opções para a disposição do biossólido (Figura 2).

Devido à falta de informações oficiais, não existem trabalhos semelhantes no Brasil, assim

como não existe qualquer menção, no SNIS, a respeito da disposição do lodo gerado em estação de tratamento de esgotos. Entretanto, são vários os autores que estudaram e/ou estudam alternativas para o uso deste biossólido.

Nesse sentido o objetivo do presente estudo foi mapear as principais tendências do uso e disposição do lodo de esgoto no Brasil, tomando por base os trabalhos técnico-científicos publicados entre os anos 2004 e 2014.

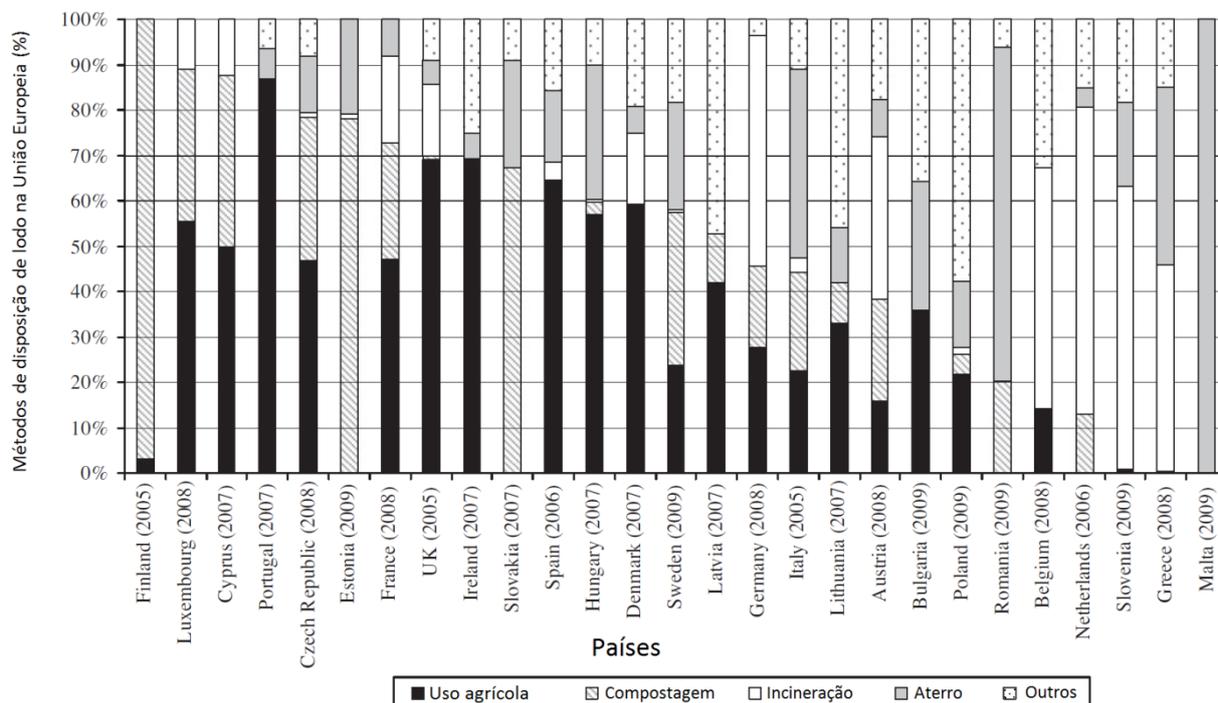


Figura 2. Principais opções para a disposição de lodo de esgoto em 27 países da União Europeia. Fonte: Adaptado de Kelessidis e Stasinakis (2012).

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizando a metodologia de estudo de mapeamento *Mapping Study*, foram realizadas buscas a publicações eletrônicas técnico-científicas nos bancos de dados da Scientific Electronic Library

Online (SciELO) Brasil, no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e no Google Acadêmico. O recorte temporal dos artigos foi realizado no período de janeiro de 2004 a dezembro de 2014.

De acordo com Kitchenham et al. (2009), o *Mapping Study* (MS) ou estudo de revisão sistemática é uma ferramenta utilizada para fornecer uma visão geral e ampla de uma determinada área de interesse, com o objetivo de investigar, classificar e determinar se existe evidência de pesquisa sobre um tema, fornecendo como resultado a quantidade dessa evidência. A eficácia no uso do MS como ferramenta de diagnóstico foi comprovada na área da saúde por Calil et al. (2009), na busca da identificação das regiões corpóreas mais atingidas em vítimas de acidentes de transporte. Os autores, ao utilizarem o estudo de publicações científicas, conseguiram mapear a região corpórea mais comumente atingida em acidentados, a gravidade das lesões e as consequências finais dos traumas. A eficiência do estudo de revisão sistemática também foi constatada por Moura et al. (2013), o autor conseguiu realizar uma análise quantitativa temporal, utilizando trabalhos publicados entre os anos de 2001 a 2011, conseguindo em suas conclusões classificar, mapear e relacionar o papel do sedimento como poluidor e sua contribuição em relação a qualidade da água utilizada para o consumo humano.

Para isso, foram utilizadas descritores diretamente na *omnibox* de busca dos portais, utilizando-se os termos: lodo de Esgoto; biossólidos; disposição final de Lodo de Esgoto; *sewage sludge*; *biosslids* e *land applications*. Utilizou-se como operador de busca: AND.

Os descritores foram escolhidos de acordo com o objeto do estudo e tiveram sua definição após leitura dos artigos sobre disposição e uso do lodo de esgoto. Considerando o vasto campo de aplicação, os termos “lodo de esgoto” e “disposição final” foram utilizados como forma de refinar a busca nos portais CAPES, Scielo e Google Acadêmico. Foram desprezados, por exemplo, periódicos e artigos em que o termo “lodo de esgoto” aparecia, mas que não trazia qualquer referência ou relação quanto a forma de disposição do resíduo. Os descritores foram utilizados em dois idiomas: português e inglês. De acordo com Dias & Costa (2011), em algumas áreas do conhecimento para que a busca seja mais produtiva o uso de descritores únicos e específicos favorecem a pesquisa.

O critério de inclusão para os estudos foi à abordagem dos autores acerca das técnicas de disposição de lodos oriundos de ETE, bem como das vantagens ou desvantagens e possíveis impactos ambientais causados pelo emprego desses biossólidos.

Todos os artigos foram tabulados em uma planilha do Excel com o intuito de classificá-los de

acordo com o ano de publicação, uso (aplicação no solo ou industrial), idioma de publicação, regiões e unidades federativas brasileira onde foi realizado o estudo e objeto de teste. Após a obtenção dos dados, os mesmos foram distribuídos em porcentagens e criados gráficos e tabelas os quais foram discutidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando os descritores lodo de esgoto, biossólidos e disposição final de lodo de esgoto, *sewage sludge*, *biosslids* e *land applications* nos portais propostos, foram encontrados 301 artigos com ênfase na utilização do lodo de esgoto, sendo que a maior quantidade de produções técnico-científicas foi encontrada na região sudeste (75,1%) com destaque para o Estado de São Paulo (61,8%), sendo que os demais Estados estão com uma produção abaixo de 10% (Figura 3). Desse total de artigos, 88% estavam escritos na língua portuguesa e 12% na língua inglesa.

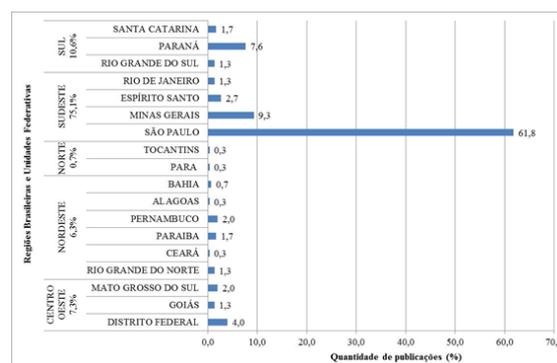


Figura 3. Quantidade de artigos encontrada nas bases de dados pesquisadas no recorte temporal de 2004 `2014, divididos por regiões e Unidades Federativas Brasileiras.

Durante o período estudado, o ano 2006 foi aquele em que se identificou um maior número de publicações relacionadas à aplicação do LE, 14,2% no total, seguido do ano de 2011 com 13,3% das publicações. Na outra extremidade, ou seja, o menor número de publicações ocorreu em 2004 com 4,6% das publicações (Figura 4). O coeficiente de variação calculado para o total de publicações foi de 0,31 com uma mediana de 26 e média de 27,36 artigos/ano. Ao dividir as publicações quanto à área, foi observado que 91,7% dos artigos tratam do uso do LE no solo e 8,3% com uso industrial (Figura 5).

A avaliação da distribuição das publicações dentro do uso industrial e aplicação no solo apontou que na aplicação industrial, foram constatadas que em 3,7% das publicações os autores avaliaram o uso do LE com a finalidade de obtenção de energia térmica ou elétrica, 3,7% das publicações de utilização do LE como componente de mistura na fabricação de artefatos cerâmicos e 1,0% das

publicações com uso na construção civil. Quanto à aplicação no solo a distribuição foi de 65,8% dos artigos na agricultura, 13,6% na produção silvícola, 9,6% na recuperação de áreas degradadas e 2,7% na produção de espécies ornamentais (Figura 5).

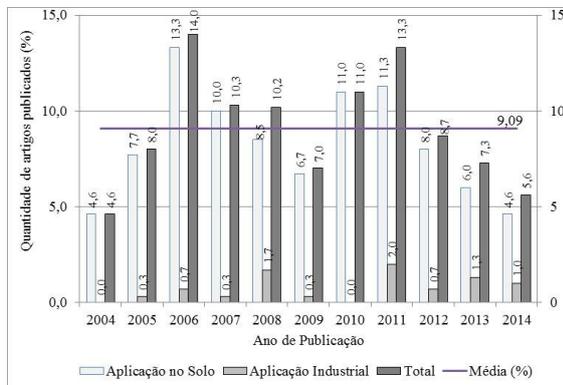


Figura 4. Quantidade total de artigos encontrados nas bases de dados pesquisadas no recorte temporal de 2004 à 2014, bem como divididos quanto sua aplicação.

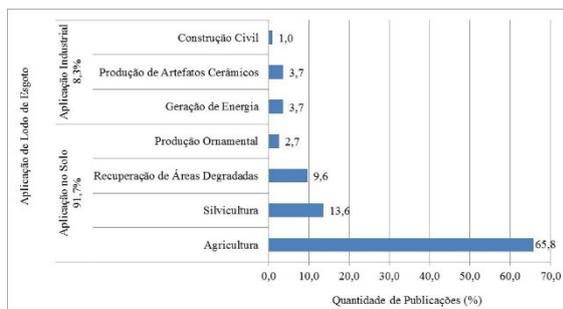


Figura 5. Quantidade de artigos encontrados nas bases de dados pesquisadas no recorte temporal de 2004 à 2014, divididos quanto a aplicação do lodo de esgoto no solo e industrial.

A proteção ao ambiente vem, atualmente, criando na sociedade a preocupação em utilizar produtos reciclados ou fabricados sob um viés ecologicamente correto. Neste sentido, vários estudos vêm sendo realizados em busca de se incorporar o LE na fabricação de novos produtos e assim, diminuir o custo de gerenciamento das ETE's públicas ou privadas (Colpas et al., 2011; Santos et al., 2013; Viana, 2013).

Para Pedroza et al. (2010), o LE pode ser utilizado para a geração de energia por meio da técnica de pirólise, podendo gerar também uma série de produtos com valores agregados, tais como óleo, gases e carvão, que podem ser utilizados como combustíveis. A presente pesquisa apontou que 3,7% dos artigos reportam-se a essa forma de aplicação.

De acordo com Inguza et al. (2006), existe a possibilidade de se incorporar o LE ao processo de fabricação de produtos cerâmicos, tais como:

telhas, tubos, tijolos e lajotas. Para o autor, estes artefatos cerâmicos apresentam características semelhantes aos normais, inclusive, pela igualdade na destinação final controlada em aterros sanitários. Esta informação é corroborada pelo estudo de Santos et al. (2013), que concluiu positivamente quanto à possibilidade do uso deste biossólido na indústria de cerâmica, observadas as limitações relacionadas à origem e proporção do LE na massa de fabricação. Um aspecto ruim apontado pelos autores foi a presença do elemento alumínio em grande concentração no estrato solubilizado.

Foram constatados que 3,7% dos artigos estudaram a utilização na produção de artefatos cerâmicos. Apesar de pouco utilizado no Brasil, já existem estudos que apontam a possibilidade de se substituir as areias, pequenas pedras e etc., utilizadas como agregados na fabricação de cimentos e concretos ou de peças feitas desse material, por LE ou as cinzas do lodo (Duarte, 2008; Godoy, 2013; Hernández Díaz, 2013). O acréscimo de cinzas, do LE ao processo de produção de cimento, confere um ganho de resistência da mistura solo-cimento para a estabilização de solo, além de reduzir o custo do concreto, item indispensável na construção civil (Pereira, 2012).

Segundo Brehm (2013), a reciclagem de resíduos na construção civil é benéfica. Esta aplicação promove a estabilização/solidificação do LE e a diminuição do consumo de recursos naturais não renováveis, inclusive pode melhorar o desempenho dos materiais.

Pode-se observar que a maioria das publicações encontradas faz referência ao uso do LE em aplicações no solo, com a finalidade de melhorar as características físicas, químicas e biológicas, enriquecer ou recuperar os solos para a produção de vegetais, diminuir os custos de produção substituindo a adubação química, aumentar a produtividade e no desenvolvimento de metodologias laboratoriais de análises de impactos do uso do LE no solo.

Dentro da Agricultura, Silvicultura e Produção Ornamental, o milho foi a cultura vegetal mais utilizada pelos autores no período de 2004 a 2014, estando presente em 19,9% das publicações. A espécie de produção silvícola mais estudada no mesmo período foi o eucalipto, *Eucalyptus grandis*, utilizado em 7,6% das publicações. Já a cana-de-açúcar esteve presente em 4,7% das publicações, porém foi a única cultura que em todos os estudos o LE substituiu plenamente a adubação química, sendo em alguns casos mais eficiente. Outras espécies utilizadas também estão descritas na Tabela 2, totalizando 82,1% das publicações.

Tabela 2. Principais culturas testadas no Brasil com aplicação de lodo de esgoto.

Culturas	Quantidade de publicações	
	Números	(%)
Milho	60	19,9
Arroz, Feijão, Trigo, Soja, Milheto e Aveia	27	9,0
Eucalipto	23	7,6
Cana-de-açúcar	14	4,7
Frutíferas	10	3,3
Girassol	9	3,0
FORAGEIRAS	7	2,3
Couve, Alface, Tomate, Pepino e Hortelã	6	2,0
Gramma Esmeralda e Batatais	5	1,7
Algodão	4	1,3
Acácia	4	1,3
Outras	78	25,9
Total	247	82,1

Os critérios do uso agrícola do lodo de ETE, os limites aplicáveis para agentes biológicos e para onze metais potencialmente tóxicos aos ecossistemas e a saúde humana, presentes no LE, são descritos na resolução nº 375/2006 do CONAMA, retificada pela resolução nº CONAMA 380/2006 (BRASIL, 2006a; BRASIL, 2006b).

Para Fytili & Zabaniotou (2008), devido à riqueza em elementos, como o nitrogênio e o fósforo, adquiridos nas fases de nitrificação e desnitrificação do lodo, tal bio sólido apresenta eficácia no uso agrícola. Todavia, os autores alertam que o lodo pode conter ao mesmo tempo grandes teores de metais pesados.

Para Silva (2012), outro fator a ser considerado no uso do LE são os parâmetros biológicos (coliformes termotolerantes, *Salmonella* sp. e ovos viáveis de helmintos). De acordo com o autor, após cinco meses de acondicionamento do LE em recipientes de polietileno, ocorre o decaimento da toxicidade e assim, há a possibilidade do uso desse bio sólido na agricultura, atendendo aos limites preconizados pela resolução nº 375/2006 do CONAMA retificada pela resolução nº 380/2006 (BRASIL, 2006a; BRASIL, 2006b). No entanto, existem indicações do uso do lodo de ETE na produção de hortaliças, dependendo das características do solo, com o pH corrigido para a faixa ideal e com saturação de bases para 70%, o LE pode ser utilizado como fertilizante agrícola para o cultivo da alface. Tal alegação foi obtida, após a análise foliar da alface utilizada no experimento para atestar que os teores dos metais pesados cromo, cádmio, chumbo e níquel encontrados, não seriam um fator restritivo ao consumo humano (Lopes et al., 2005). A quantidade de artigos que pesquisaram a aplicação nesse tipo de cultura, no

recorte temporal desta pesquisa, retratam apenas 2% do total de artigos encontrados.

A produção de árvores é apontada por Ferraz & Poggiani (2014) como a possibilidade mais segura de uso do LE no solo. A adubação com os lodos coletados de diferentes ETE's, elevaram as quantidades de P, Ca, Zn e Ni nas raízes finas de eucaliptos e reduziu a concentração de Mn, mantendo a concentração dos metais Cd, Cr e Pb em limites toleráveis. Segundo os autores, a adubação com LE é capaz de substituir a adubação com adubos químicos. Nessa pesquisa foram encontrados 29 artigos (cerca de 11%) que tratam desse assunto, representando uma grande quantidade do total.

O uso do LE como alternativa na produção de plantas ornamentais é proposto por Paixão Filho et al (2014). Eles utilizaram o LE como componente do substrato na produção de roseiras. Segundo os autores, o LE substituiu plenamente o adubo mineral no cultivo de roseiras. Esta afirmação é legitimada pelo estudo de Scheer et al. (2012), cujo teste de mudas de jasmim amarelo, produzidas com composto a base de LE e resto de árvores trituradas, apresentou crescimento superior à testemunha cultivada com uso de substrato comercial. Dentre os artigos pesquisados, essa aplicação representou aproximadamente 3%.

Campos & Alves (2008) estudaram a aplicação do LE na reestruturação de solo degradado e observaram influências do esgoto sob as propriedades físicas do solo em comparação ao solo exposto em Selvíria-MS. Os autores concluíram ainda que, o rendimento de matéria verde e seca da braquiária proporcionou maior crescimento de eucaliptos na região. Bezerra et al. (2006) concluiu também que a fertilidade do solo de área

degradada melhorou quando foi aplicado o LE e que esta aplicação não interferiu no crescimento das espécies testadas no estudo (Mimosa caesalpinhiifolia – Sabiá e Mimosa bimucronata – Maricá). Nesse trabalho ficou constatado que as pesquisas nessa área chegaram a quase 10% do total, representando uma quantidade significativa do total.

Segundo Fytily & Zabaniotou (2008), a opinião pública é certamente um dos maiores obstáculos ao uso agrícola do lodo de ETE. Para os autores, o reconhecimento social ainda é um gargalo, pois ainda há grandes polêmicas envolvendo agricultores, clientes e as indústrias varejistas na aceitação de produtos agrícolas em que fora utilizado o lodo de ETE. Dessa forma, a continuidade das pesquisas também devem prever essas questões de forma facilitar a aceitação desse insumo.

CONCLUSÃO

Pode-se inferir que os estudos em período de 11 anos apontam a predominância do uso agrícola como alternativa mais utilizada para a disposição do lodo de esgoto no cenário brasileiro, representando 91,7% utilizado na produção vegetal ou na recomposição de áreas degradadas, sendo que 82,1% estão relacionados com a Agricultura, Silvicultura e Produção Ornamental, com maior ênfase na produção do milho com 19,9% do total dos artigos. Porém, mesmo em menor número (8,3%), existem vertentes de pesquisa do uso desse biossólido na produção de artefatos cerâmicos, construção civil e geração de energia. Desta maneira, fazem-se necessários investimentos e comprometimento do poder público e da sociedade na busca de alternativas para a disposição desse resíduo.

REFERÊNCIAS

CAESB. (2013). Sinopse do Sistema de Esgotamento Sanitário do Distrito Federal. (SIESG). Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. 26 Ed. Brasília (DF).

Bettiol, W., Camargo, O. de, Galvão, J. A. H. & Ghini, R. (2006). Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto: Descrição do estudo. In: Bettiol, W. & Camargo, O. A. (Eds) *Lodo de esgoto: impactos ambientais na agricultura* (pp. 17-24). Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente.

Bezerra, F. B., Oliveira, M. A. C. L. de; Perez, D. V., Andrade, A. G. de & Meneguelli, N. do A. (2006). Lodo de esgoto em revegetação de área degradada. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 41(3), 469-476. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2006000300014>

BRASIL (2014). Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. *Sistema Nacional de*

Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos–2013. Brasília: SNSA/MCIDADES, 181 p. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diag2013/Diagnostico_AE2013.zip>. Acesso em: 20/022014.

BRASIL (2006a). Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução n. 375**. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados. Brasília. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res37506.pdf>>. Acesso em: 26/08/2013.

BRASIL (2006b). Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução n. 380**. Retifica a Resolução CONAMA 375/06. Brasília. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2006_380.pdf>. Acesso em: 01/01/2015.

Brehm, F. A., Kulakowski, M. P., Evaldt, D. C., Moraes, C. A. M., Pampanelli, A. B. (2013). Analysis of stabilization by solidification of phosphatization sludge in Portland cement and red ceramic for use in the construction industry. *Ambiente Construído*, 13(2), 15-27. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-86212013000200003>

Calil, A. M., Sallum, E. A., Domingues, C. A. & Nogueira, L. S. (2009). Mapeamento das lesões em vítimas de acidentes de trânsito: revisão sistemática da literatura. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*. 17(1), 120-125. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-11692009000100019>

Campos, F. S. de & Alves, M. C. (2008). Uso de lodo de esgoto na reestruturação de solo degradado. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, 32(4),1389-1397, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000400003>

Colpas, F. T., Oliveira, A. J. de; Viana, B. B.; Marino, L.; Morgado, M.; Avari, R. (2011). Incorporação de lodo e areia de ETE em blocos para construção civil: avaliação do crescimento de fungos. *Revista DAE*, 186, 23-28. <http://dx.doi.org/10.4322/dae.2014.075>

Dias, E. A. V. & Costa, H. G. (2011). Mapeamento da produção científica no escopo da ontologia. *Revista Eletrônica Sistemas & Gestão*. 6(4), 481-507. <http://dx.doi.org/10.7177/sg.2011.v6.n4.a6>

Duarte, A. C. L. (2008). *Incorporação de lodo de esgoto na massa cerâmica para fabricação de tijolos maciços: uma alternativa para a disposição final de resíduo*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil, 109p.

Escudey, M.; Moraga, N.; Zambra, C. & Antilén, M. (2011). Sewage sludge disposal and applications: self-heating and spontaneous combustion of compost piles - trace metals leaching involcanic soils after sewage sludge disposal. *Waste Water - Evaluation and Management*, 399-430. <http://dx.doi.org/10.5772/15580>

Ferraz, A. de V. & Poggiani, F. (2014). Biomassa, Nutrientes e Metais Pesados em Raízes de eucaliptos adubados com Diferentes lodos de esgoto. *CERNE*, 20(2),

311-320.

<http://dx.doi.org/10.1590/01047760.201420021491>

Fytily, D. & Zabanitoutou, A. (2008). Utilization of sewage sludge in EU application of old and new methods—a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12(1), 116-140. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2006.05.014>

Godoy, L. C. de (2013). A logística na destinação do lodo de esgoto. *Revista Científica on-line-Tecnologia, Gestão e Humanismo*, 2(1), 79-90. Disponível em: <<http://www.fatecguaratingueta.edu.br/revista/index.php/RCO-TGH/article/view/43/27>> . Acesso em: 26/04/2014.

Heck, Karina, De Marco, Évilin G., Hahn, Ana B. B., Kluge, Mariana, Spilki, Fernando R., & Van Der Sand, Sueli T. (2013). Temperatura de degradação de resíduos em processo de compostagem e qualidade microbiológica do composto final. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 17(1), 54-59. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013000100008>

Hernández Díaz, C. C. (2013). *Estudo da possibilidade de uso de lodo de esgoto e lama vermelha como matérias-primas cerâmica*. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade de São Paulo, Brasil, 197p.

Ingunza, M.P.D., Andreoli, C. V., Nascimento, R. M., Tinoco, J. D., Hoppen, C. & Pegorini, E. S. (2006). Uso de Resíduos do Saneamento na Fabricação de Cerâmica Vermelha. In Andreoli, C.V. (Coord.). *Alternativas de uso de resíduos de saneamento* (pp. 283-359). Projeto Prosab. ABES. Rio de Janeiro.

Kelessidis, A & Stasinakis, A. S. (2012). Comparative study of the methods used for treatment and final disposal of sewage sludge in European countries. *Waste management*, 32(6), 1186-1195. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2012.01.012>

Kitchenham, B., Pearl, O., Budgen, D., Turnre, M., Bailey, J. & Linkman, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering—a systematic literature review. *Information and software technology*, (51)1, 7-15, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.infsof.2008.09.009>

Linhares, P. de T. F., Mendes, C. C. & Lassance, A. (2012). *Federalismo à brasileira: questões para discussão*. Brasília: IPEA, vol. 8, 249 p.

Lopes, J. C., Ribeiro, L. G., Araújo, M. G. de & Beraldo, M. R. B. S. (2005). Produção de alface com doses de lodo de esgoto. *Horticultura Brasileira*, 23(1), 143-147. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362005000100030>

Moura, L. S. de, Oliveira Braga, R. J. de, Siqueira, E. R. & KOPP, K. A. (2013). O papel do sedimento na qualidade da água: uma revisão dos trabalhos publicados entre 2001 e 2011. *Revista Eletrônica de Engenharia Civil*, (7)1, 1-10. <http://dx.doi.org/10.5216/reec.v7i1.22776>

Paixão Filho, J. L. da, Gabrielli, G., Coraucci Filho, B. & Tonetti, A. L. (2014). Uso de lagoa de estabilização de lamas no cultivo de rosas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18(1), 85-89. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662014000100011>

Pedroza, M. M., Vieira, G. E. G., de Sousa, J. F., de Castilho Pickler, A., Leal, E. R. M. & da Cruz Milhomen, C. (2010). Produção e tratamento de lodo de esgoto – uma revisão. *Revista Liberato*, 11 (16), 147-157. Disponível em: <http://www.liberato.com.br/sites/default/files/arquivos/Revista_SIER/v.%2011,%20n.%2016%20%282010%29/5.%20Produ%20E7%E3o%20e%20Tratamento%20de%20Lodo%20de%20Esgoto.pdf> . Acesso em: 05/02/2014.

Pereira, K. L. de. A. (2012). Estabilização de um Solo com Cimento e Cinza de Lodo Para Uso em Pavimentos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil, 125 p.

Santos, P. H. F. dos & Barcellos, E. E. & Bergmann, C. P. (2013). Avaliação da incorporação do lodo de estação de tratamento de esgoto como matéria prima alternativa na produção de massa cerâmica. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/92996>>. Acesso em: 25/02/2014.

Scherr, M. B.; Carneiro, C.; Bressan, O. A. & Santos, K. G. dos (2012). Mudanças de *Jasminum mesnyi* Hance produzidas com substratos à base de lodo de esgoto compostado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16(9), 931-937. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012000900002>

Silva, N. B. (2014). *Avaliação química e ecotoxicológica de lodos e esgoto visando à utilização na agricultura*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, Campinas, Brasil, 81p.

Viana, M. M. (2013). *Obtenção e utilização de produtos de pirólise do lodo de esgoto para adsorção de poluentes em meio aquoso*. Tese (Doutorado em Engenharia Química). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Brasil, 199p.