
CENÁRIO BRASILEIRO ACERCA DO APROVEITAMENTO DO LODO DO TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO (2006 – 2018).

Michele G. F. da Silva

Centro Universitário SENAI CIMATEC, E-mail:mfsfalcao@gmail.com

BRAZILIAN SCENE ON THE USE OF SLUDGE OF THE SANITARY SEWAGE TREATMENT (2006 - 2018).

Resumo: *Diante do crescimento populacional e do avanço das tecnologias de tratamento das águas residuárias, é notório o aumento na produção do lodo de esgoto, sendo a disposição inadequada desse resíduo um problema a nível mundial. Por conta disso, o presente estudo objetivou apresentar um panorama nacional acerca do aproveitamento do lodo do tratamento de esgoto sanitário, baseando-se nos artigos publicados no período de 2006 a 2018. Utilizou-se a metodologia da sistematização dos dados em gráficos e tabelas, que permitiu chegar à conclusão de que no Brasil, a maior incidência do aproveitamento do lodo de esgoto é na agricultura, havendo também o aproveitamento na construção civil e na geração de energia.*

Palavras- chaves: *lodo de esgoto; agriculture; aproveitamento do lodo.*

Abstract: *In the face of population growth and the advancement of wastewater treatment technologies, the increase in the production of sewage sludge is notorious, and the inadequate disposal of this waste is a worldwide problem. Therefore, the present study aimed to present a national panorama on the use of sludge from sanitary sewage treatment, based on articles published in the period from 2006 to 2018. The methodology of data systematization in charts and tables was used. led to the conclusion that in Brazil, the highest incidence of the use of sewage sludge is in agriculture, and there is also the use in civil construction and in the generation of energy.*

Keywords: *sewage sludge; agriculture; use of sludge.*

1. INTRODUÇÃO

A falta de tratamento adequado do esgoto doméstico é um problema que atinge todas as cidades do Brasil. A crescente e inevitável urbanização é a principal responsável pelo aumento do número de estações de tratamento de esgoto no país, e conseqüentemente, o aumento da quantidade de lodos gerados que, se não forem devidamente tratados e destinados, tornam-se fontes de poluição e contaminação do meio ambiente.

Nas diversas etapas dos processos de tratamento de esgotos são gerados lodos com características e volumes variados, entretanto, quanto melhor for a eficiência do tratamento e a qualidade do efluente gerado, maior será a produção do lodo. O lodo de esgoto é um resíduo rico em matéria orgânica e nutrientes, porém possui grande potencial poluidor e a sua disposição inadequada é um problema comum no país.

De acordo com Bettiol & Camargo (2000) *apud* Rigo, M. et. al., (2014), a maioria dos solos dos países de clima tropical são pobres em matéria orgânica e nutrientes, por isso, no Brasil, o uso do biossólido para fins agrícolas é uma alternativa bastante promissora do ponto de vista econômico e ambiental. Entretanto, para aplicar o lodo no solo, é imprescindível que sejam realizados monitoramentos nas áreas, estudos locais e principalmente, o cumprimento das normas, em especial, da Resolução 375/2006 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que define critérios, procedimentos e providências para o uso agrícola do lodo das estações de tratamento de esgoto sanitário, bem como seus produtos derivados, de modo a evitar riscos ao meio ambiente e à população, pois há grande possibilidade de ocorrer contaminação por agentes patogênicos, micropoluentes e metais pesados presentes nesse resíduo.

Segundo Brasil (2016) *apud* Chernicharo, C. et. al., (2017), apenas 40,8% da vazão de esgoto gerada no país é tratada. Diante desse déficit de infraestrutura, o Brasil vem assumindo compromissos para ampliar a cobertura de sistemas de esgotamento sanitário. Em face do exposto e da perspectiva de crescimento do número de estações de tratamento de esgoto, é importante conhecer como se encontra a situação do aproveitamento do biossólido nas regiões e suas principais aplicações. Quando o lodo de esgoto é processado, tratado e utilizado de maneira adequada, ele poderá ser reutilizado como recurso alternativo nas atividades agrícolas em geral, na construção civil e na geração de energia. Diante desse contexto, o objetivo do presente estudo foi apresentar um panorama nacional acerca do aproveitamento do lodo do tratamento de esgoto sanitário, tendo como base os artigos científicos publicados no período de 2006 a 2018.

2. METODOLOGIA

Foram realizados levantamentos de dados na literatura a partir de publicações eletrônicas de artigos científicos, revistas e monografias presentes nos bancos de dados da *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) Brasil, no Portal de periódicos de Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no Google Acadêmico e nas legislações específicas.

O estudo realizado baseou-se no recorte temporal de artigos publicados durante o período dos anos de 2006 a 2018, a fim de analisar como tem se comportado o cenário brasileiro acerca do aproveitamento do lodo de esgoto ao longo desse período, tendo como início o ano de 2006, pois foi quando ocorreu a publicação da Resolução 375/2006 do CONAMA. Foi utilizada no presente trabalho a sistematização dos dados, organizando-os em gráficos e tabelas, de modo a se obter uma visão geral, concisa e organizada das informações coletadas na pesquisa realizada.

Na pesquisa, considerou-se apenas os artigos científicos escritos na língua portuguesa e que fizeram referência específica ao tipo de aproveitamento do lodo de esgoto no Brasil. Foram encontradas mais de 90 publicações de artigos científicos acerca do tema, porém, a amostra foi delimitada a 40 artigos, os quais foram tabulados em planilhas do Excel devidamente classificados de acordo com o ano de publicação, a aplicação do lodo (agricultura, construção civil ou geração de energia) e os estados brasileiros onde os estudos e experimentos foram realizados. Depois de classificar os dados, estes foram distribuídos em porcentagens e representados através de gráficos para facilitar a análise e a compreensão dos resultados obtidos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentro do espaço amostral dos 40 artigos científicos selecionados que abordaram a questão do aproveitamento do lodo das estações de tratamento de esgoto no período de 2006 a 2018, foi possível construir um cenário em relação à aplicação desse resíduo no Brasil (Tabela 1).

Tabela 1: Cenário brasileiro do aproveitamento do biossólido no Brasil (2006-2018).

CENÁRIO APROVEITAMENTO DO BIODSÓLIDO NO BRASIL (2006-2018)			
ANO	ESTADOS	APLICAÇÃO	FONTE
2006	ESPIRITO SANTO	ABACAXIZEIRO	MAIA, F (2013)
	BRASÍLIA-DF	MILHO	LEMAINSKI, J e SILVA, J (2006)
2007	PARANÁ	MILHO	BARBOSA, G et. al. (2007)
	SÃO PAULO	RECUPERAÇÃO SOLO	FERRARI, J e SOUZA, M (2007)
2008	MATO GROSSO DO SUL	MUDAS FLORESTAIS	KITAMURA, A et. al (2008)
	MATO GROSSO DO SUL	EUCALIPTO	CAMPOS, F e ALVES, M (2008)
2009	ESPÍRITO SANTO	BANANEIRA	COSTA, A et. al. (2009)
2010	MINAS GERAIS	MUDAS PINHÃO-MANSO	CAMARGO, R (2010)
	GOIÁS	MUDAS FLORESTAIS	MAAS, K (2010)
2011	SÃO PAULO	EUCALIPTO	ALVES, M et.al. (2011)
	ESPÍRITO SANTO	GOIABEIRA, FEIJÃO	(2010) LOBO et.al. Apud CAETANO, L et.al. (2011)
2012	MINAS GERAIS	EUCALIPTO	MAGELA, Mara et.al. (2012)
	PARANÁ	CULTIVOS FLORESTAIS	SCHEER, M et. al. (2012)
	SÃO PAULO	ESPECIES NATIVAS MATA ATLÂNTICA	SAMPAIO, T(2012)
2013	ESPÍRITO SANTO	MUDAS FLORESTAIS	GOMES, D et. al. (2013)
	SÃO PAULO	CONSTRUÇÃO CIVIL	GASPARIM, J (2013)
	MINAS GERAIS	MILHO	JUNIO, G et.al. (2013)
	ESPÍRITO SANTO	EUCALIPTO	CALDEIRA, M et. al. (2013)
2014	ESPÍRITO SANTO	MUDAS FLORESTAIS	GONÇALVES, E et. al. (2014)
	SÃO PAULO	PRODUÇÃO ENERGIA	PASQUINI, N (2014)
	PARANÁ	RECUPERAÇÃO SOLO	BORTOLINI, J (2014)
2015	PARANÁ	MILHO	JUNIOR, A et. al. (2015)
	RIO DE JANEIRO	ESPECIES NATIVAS MATA ATLÂNTICA	SIQUEIRA, D et. al. (2018)
	SÃO PAULO	CONSTRUÇÃO CIVIL	CATÓLICO, AC et.al. (2015)
	MINAS GERAIS	PRODUÇÃO ENERGIA	BARROS, D (2015)
	BAHIA	MUDAS NATIVAS MATA ATLÂNTICA	MOTA, A (2015)
2016	ESPÍRITO SANTO	SERINGUEIRA	PRUDÊNCIO, D e COSTA, A (2016)
	MINAS GERAIS	FEIJÃO	SOSSAI, T et.al. (2016)
	SÃO PAULO	EUCALIPTO	AFÁZ, D et.al. (2016)
2017	TOCANTINS	CONSTRUÇÃO CIVIL	OLIVEIRA, L et.al. (2017).
	SÃO PAULO	MUDAS DE IPÊS	ARRUDA, S et.l. (2017)
	ESPÍRITO SANTO	RECUPERAÇÃO SOLO	(2009) GARCIA et. al. Apud PEDROSA, M et.al. (2017)
	GOIÁS	MILHO	CABRAL, L (2017)
	TOCANTINS	MUDAS FLORESTAIS	MAIA, F et. al. (2017)
2018	PARANÁ	PRODUÇÃO ENERGIA	CAMARGO, S (2018)
	BAHIA	LIMOEIRO	BISPO, A et.al. (2018)
	SÃO PAULO	MILHO, SOJA	GUIMARÃES, J et.al. (2018)
	RIO DE JANEIRO	MUDAS AROEIRA	ABREU, A et. al. (2018)
	RIO GRANDE DO SUL	CONSTRUÇÃO CIVIL	MARANGONI, B et. al. (2018)
	SÃO PAULO	ABACATEIRO	LOPES, M (2018)

Fonte: próprio autor.

A partir dos dados coletados, verificou-se que a região brasileira com o maior índice de aproveitamento do lodo de esgoto foi o Sudeste, com 62,5% do total pesquisado, enquanto que, cada uma das regiões Norte e Nordeste apresentou apenas 5% do total de artigos, (Figura 1). São Paulo foi o estado que apresentou maior número de artigos publicados (25%), logo em seguida o estado do Espírito Santo (20%), no entanto, os demais estados apresentaram publicações abaixo de 15%, com destaque para Brasília e Rio Grande do Sul, cada um representando apenas 2,5% do total de artigos, (Figura 2).

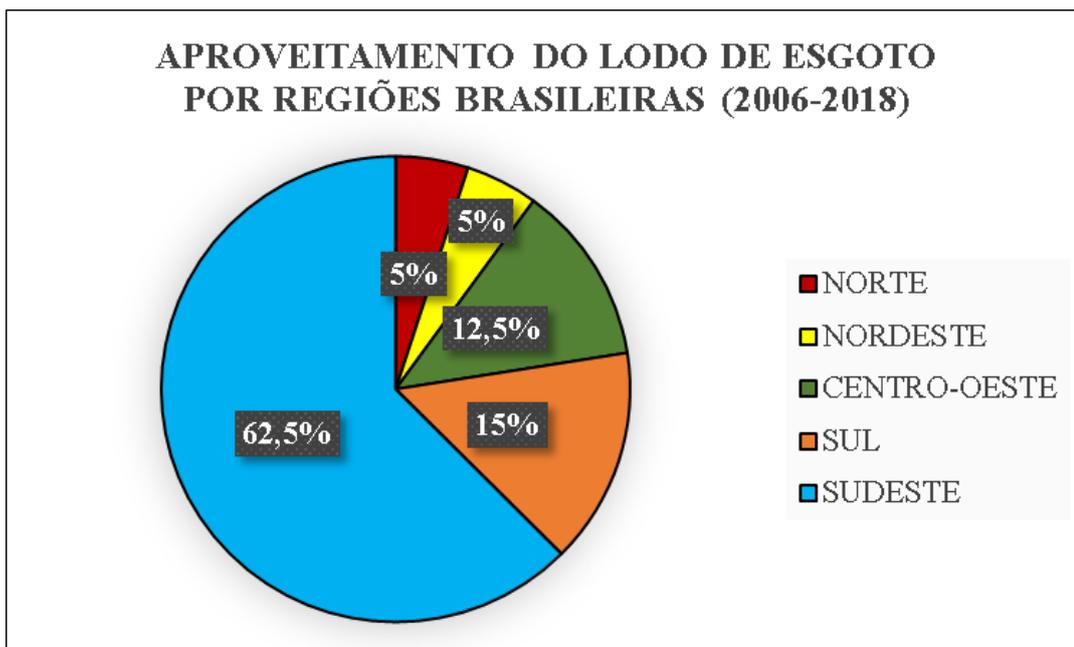


Figura 1. Cenário do aproveitamento do lodo de esgoto por regiões brasileiras (2006-2018).

Fonte: próprio autor.

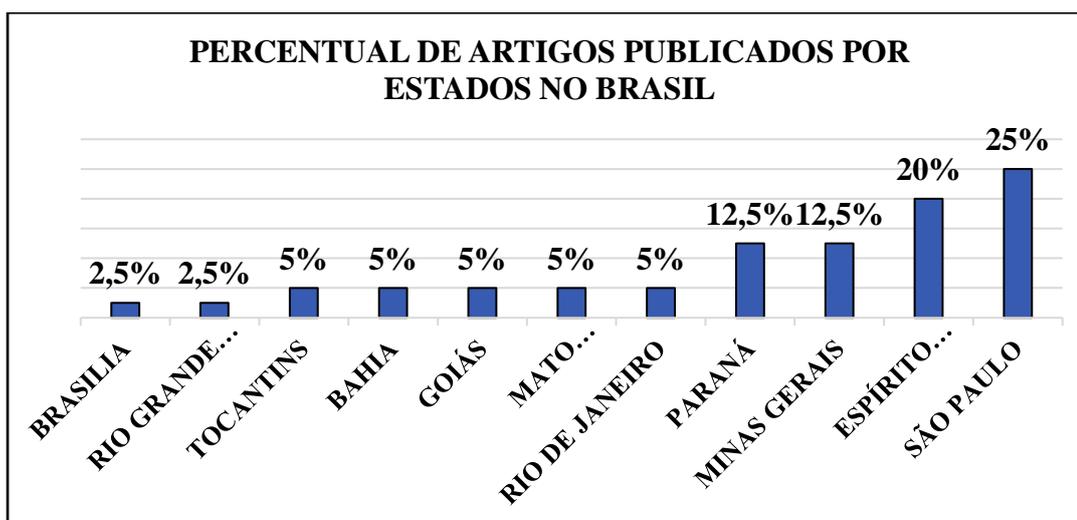


Figura 2. Percentual de artigos publicados por estados no Brasil (2006-2018).

Fonte: próprio autor.

Durante o período estudado, 2018 foi o ano que apresentou o maior número de publicações a respeito do aproveitamento do lodo de esgoto, contemplando 15% do total de artigos publicados, seguido do ano de 2015 e 2017, ambos com 12,5% das publicações. Na outra extremidade, ou seja, o ano que teve o menor número de publicações ocorreu em 2009, com 2,5% do total de artigos, (Figura 3). Baseado nesse universo de 40 artigos, não é possível afirmar que no período de 2006 a 2018, houve um crescimento linear e significativo do aproveitamento do biossólido, visto que, em diversos intervalos de tempo a quantidade de publicações oscilou bastante. No entanto, pode-se inferir que os anos mais recentes apresentaram maior quantidade de publicações, pois a medida que o tempo passa, nota-se uma preocupação maior com a questão ambiental associada ao avanço da tecnologia, que permitem testar novas alternativas economicamente sustentáveis, tanto nos países desenvolvidos quanto nos em desenvolvimento, como o Brasil.

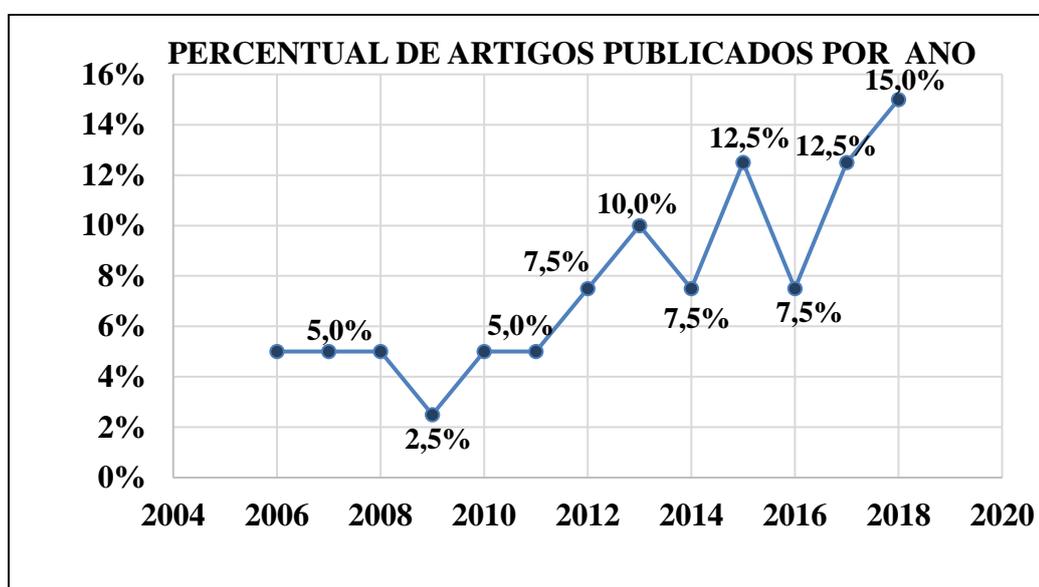


Figura 3. Percentual de artigos publicados por ano no Brasil (2006-2018).

Fonte: próprio autor.

Observou-se também que 82,5% do total de artigos pesquisados, referem-se ao aproveitamento do biossólido na agricultura e 17,5% ao aproveitamento industrial, (Figura 4). De acordo com Pedroza (2010) *apud* Castro, A. et. al., (2015), o lodo pode ser reutilizado para a geração de energia por meio da técnica de pirólise, podendo gerar também inúmeros produtos com valores agregados, tais como óleo, gases, carvão e biogás, que podem ser utilizados como combustíveis. A presente pesquisa apontou que 7,5% do total de artigos pesquisados utilizam a bioenergética como alternativa de aproveitamento do lodo de esgoto, (Figura 4).

Torna-se cada vez mais comum o aproveitamento do lodo de esgoto no setor da construção civil, principalmente, no que tange as construções ecologicamente sustentáveis, que visam à redução do consumo de recursos naturais através da adoção como material de construção. Godoy, Lucia (2013), afirma que já é possível incorporar o lodo ao processo de

fabricação de produtos cerâmicos, os quais na maioria das vezes são utilizados na construção civil, tais como: telhas, tijolos, tubos e lajotas, além de existir também a possibilidade de substituir alguns agregados leves utilizados na fabricação de cimentos e concretos por produtos derivados do aproveitamento do lodo das estações de tratamento de esgoto. Logo, o uso desse resíduo na construção civil, traz inúmeros benefícios ao meio ambiente, visto que promove a redução do uso de recursos naturais não renováveis e ainda melhoram o desempenho dos materiais produzidos. Em relação aos artigos pesquisados, 10% desse total aproveitam o lodo de esgoto na indústria da construção civil.

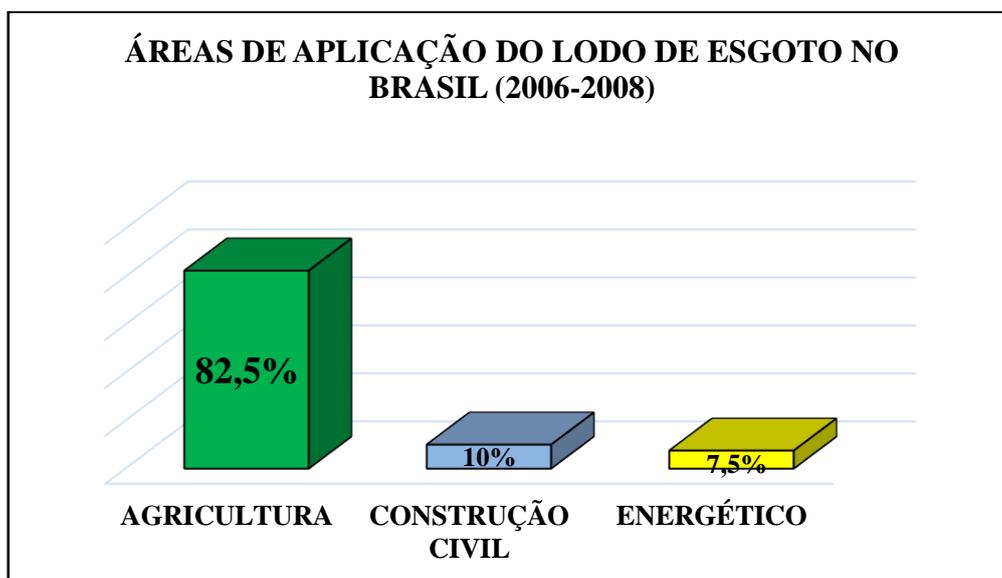


Figura 4. Áreas de aplicação do lodo de esgoto no Brasil (2006-2018).

Fonte: próprio autor.

A agricultura é disparadamente a alternativa que tem sido mais utilizada ao longo do tempo, sendo dividida em várias áreas. Na presente pesquisa, essas áreas representaram os seguintes percentuais: 50% nos cultivos florestais, 28% no cultivo de grãos, 14% no cultivo de frutas e 8% na recuperação do solo (Figura 5).

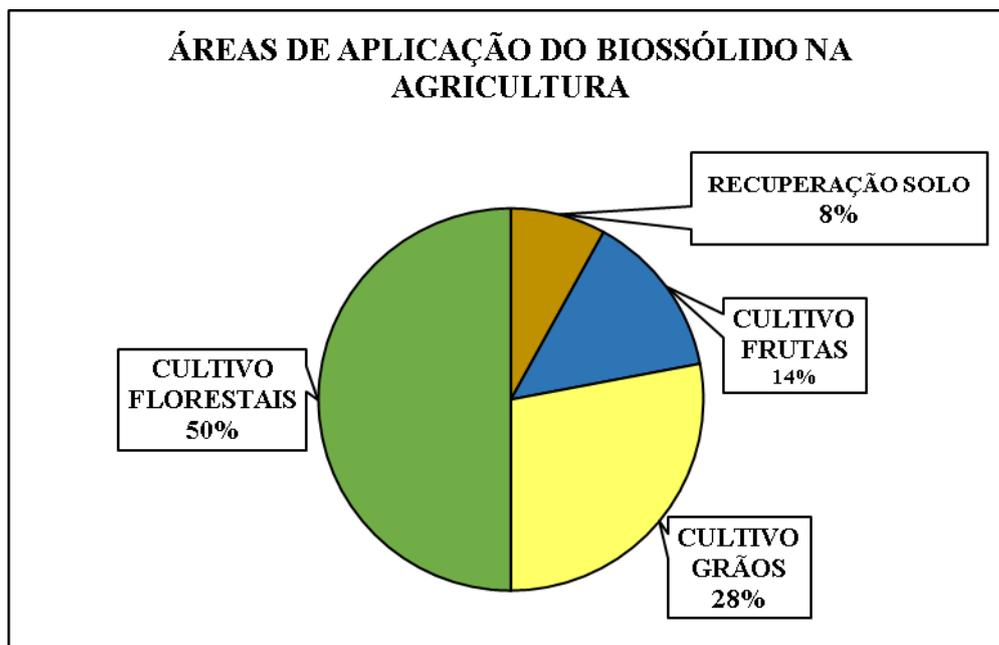


Figura 5. Cenário de aplicação do biofóssido na agricultura.

Fonte: próprio autor.

Constatou-se que a maioria dos trabalhos estudados fizeram referência ao uso do biofóssido na agricultura, representando 82,5% do total de artigos. Martins, B. et.al., (2015), afirma que a aplicação do biofóssido no solo traz muitos benefícios tais como: melhora as características físicas, químicas e biológicas; ajuda a enriquecer ou recuperar os solos para os cultivos em geral; substitui o uso de adubos químicos consequentemente reduz os custos de produção e aumenta a produtividade. No campo da aplicação agrícola, observou-se o uso do lodo no cultivo de frutas (14%), grãos (28%), espécies florestais (50%) e na recuperação de solos degradados (8%). O milho foi a cultura mais utilizada pelos autores no período de 2006 a 2018, estando presente em 15% das publicações. As espécies florestais mais utilizadas como experimento no mesmo período foi o eucalipto, *Eucalyptus Grandis*, utilizado em 12,5% das publicações.

Segundo Fytili & Zabaniotou, (2008) *apud* Castro, A. et. al., (2015), um dos maiores obstáculos em relação ao uso do biofóssido na agricultura é a opinião pública, por isso, grande parte dos autores consideram o reconhecimento social um gargalo, pois ainda há muitas polêmicas envolvendo agricultores, clientes e as indústrias varejistas no que diz respeito à aceitação de produtos agrícolas oriundos do aproveitamento do lodo de esgoto.

4. CONCLUSÃO

A partir da pesquisa realizada constatou-se que os estudos realizados ao longo dos 13 anos apontaram a predominância do uso agrícola como a alternativa mais utilizada para o

aproveitamento do lodo de esgoto no cenário brasileiro, correspondendo a 82,5% do total de artigos pesquisados, dentre eles, o cultivo de frutas, cultivo de grãos, cultivos florestais e a recuperação de áreas degradadas. Ainda que presente em menor número (17,5%), existem vertentes de pesquisa acerca do aproveitamento do lodo de esgoto na construção civil (10%) e na geração de energia (7,5%). O Sudeste foi a região que obteve o maior índice de aproveitamento do lodo com 62,5% do total de artigos pesquisados, em contrapartida os menores índices ficaram com as regiões Norte e Nordeste com 5% cada uma.

Tendo como base os 40 artigos pesquisados, verificou-se que no Brasil, o uso do lodo de esgoto na agricultura é a opção mais promissora e economicamente viável devido à redução de gastos com insumos e a sua eficácia quando utilizado como fertilizante. O uso agrícola do lodo de esgoto foi testado como condicionador do solo no cultivo de diversas culturas, tais como: milho, feijão, soja, abacate, banana, eucaliptos, cana-de-açúcar, espécies florestais e na regeneração de solos degradados, resultando no aumento da produtividade de várias espécies de cultura em decorrência do potencial fertilizante do lodo. Em contrapartida, é necessário ter cuidado ao utilizar esse resíduo como adubo na agricultura, pois o uso incorreto pode provocar impactos ambientais e prejuízos à saúde humana, devido à possível presença de metais pesados, patógenos e micropoluentes presentes no lodo de esgoto.

Apesar de apresentar mais de 90 publicações de artigos científicos que abordam a questão do aproveitamento do lodo de esgoto, o cenário brasileiro carece de informações oficiais acerca dessa questão. Por essa razão é importante que haja a realização de pesquisas que especifiquem com clareza as possibilidades de uso do lodo em cada tipo de seguimento de modo a criar metodologias específicas para cada aplicação. Tais pesquisas precisam passar por constantes revisões e atualizações juntamente com o aprimoramento de normas que regulam o uso do lodo de esgoto, principalmente, na agricultura, a fim de preservar o meio ambiente e a saúde humana.

5. REFERÊNCIAS

ABREU, Alan et.al., (2018). **Biossólido e substrato comercial na produção de mudas de *Schinus Terebinthifolia***. Disponível em: < <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/e01066/750>>. Acesso em 13 fev. 2019.

AFÁZ, Daniela et. al., (2016). **Composto de lodo de esgoto para o cultivo inicial de eucalipto**. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-993X2017000100112&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em 14 fev. 2019.

ALFRED, Castro, et.al., (2015). **Cenário da disposição do lodo de esgoto: uma revisão das publicações ocorridas no Brasil de 2004 a 2014**. Disponível em: <<https://www.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/multiscience/article/download/84/48>>. Acesso em 18 fev. 2019.

ALVES, Marlene et.al., (2011). **Qualidade física de um solo degradado em recuperação há 06 anos**. Disponível em: < <https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/viewFile/5628/4349>>. Acesso em 13 fev. 2019.

ARRUDA, Suellen et. al., (2017). **Biossólido em substratos para a produção de mudas de *Handroanthus Chrysotrichus***. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/326723493_BIOSSOLIDO_EM_SUBSTRATOS_PARA_PRODUCAO_DE_MUDAS_DE_Handroanthus_chrysotrichus>. Acesso em 16 fev. 2019.

BARBOSA, Graziela et. al., (2007). **Efeito residual do lodo de esgoto na produtividade do milho safrinha**. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v31n3/a20v31n3>>. Acesso em 10 fev. 2019.

BARROS, Daniel, (2015). **Cogeração de energia com biogás a partir de lodo biológico**. Disponível em: < <http://www.iee.usp.br/agrener2015/sites/default/files/tematica2/753.pdf>>. Acesso em 08 fev. 2019.

BISPO, Almeida et. al., (2018). **Agricultura: Uma alternativa para o uso do lodo gerado na Estação de Tratamento de Efluente Iberostar na região metropolitana de Salvador-Ba**. Disponível em: < <https://even3.blob.core.windows.net/anais/83572.pdf>>. Acesso em 14 fev. 2019.

BORTOLINI, Joseane, (2014). **Produção de mudas de espécies arbóreas nativas para a recuperação de áreas degradadas utilizando cama de aviário e lodo de esgoto.** Disponível em: < http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2181/1/FB_COEAM_2013_2_14.pdf>. Acesso em 16 fev. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 375/06, de 29 de agosto de 2006** – In: Resoluções, 2006. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br>>. Acesso em 08 fev. 2019.

CABRAL, Lays, (2017). **Adubação mineral e orgânica no cultivo do milho.** Disponível em: < https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_5/2018-01-08-10-21-09Lays%20Borges%20dos%20Santos%20Cabral.pdf>. Acesso em 12 fev. 2019.

CAETANO, Luiz et. al., (2011). **Utilização do lodo da estação de tratamento de esgoto para adubação da goiabeira.** Disponível em: < <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/123456789/3101/1/1poster-6-caetano-goiba.pdf>>. Acesso em 12 fev. 2019.

CALDEIRA, Marcos et.al., (2013). **Lodo de esgoto e vermiculita na produção de mudas de eucalipto.** Disponível em: < <https://www.redalyc.org/html/2530/253027946006/>>. Acesso em 12 fev. 2019.

CAMARGO, Reginaldo et.al., (2010). **Biossólido como substrato na produção de mudas de pinhão-manso.** Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n12/08.pdf>>. Acesso em 16 fev. 2019.

CAMARGO, Suzana, (2018). **Lodo de esgoto e resíduos orgânicos viram energia na primeira usina de grande porte de biogás do Brasil.** Disponível em: < <http://conexaoplaneta.com.br/blog/lodo-de-esgoto-e-residuos-organicos-viram-energia-na-primeira-usina-de-grande-porte-de-biogas-do-brasil/>>. Acesso em 10 fev. 2019.

CAMPOS, Fabiana & ALVES, Marlene, (2008). **Uso de lodo de esgoto na reestruturação de solo degradado.** Disponível em: < <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/uso-de-lodo-de-esgoto-na-reestruturacao-de-solo-degradado/>>. Acesso em 13 fev. 2019.

CASTRO, Alfred et.al., (2015). **Cenário da disposição do lodo de esgoto: uma revisão das publicações ocorridas no Brasil de 2004 a 2014.** Disponível em: < https://www.academia.edu/14893906/Cen%C3%A1rio_da_disposi%C3%A7%C3%A3o_do_lodo_de_esgoto_uma_revis%C3%A3o_das_publica%C3%A7%C3%B5es_ocorridas_no_Brasi>

l_de_2004_a_2014._Disposal_scenario_of_sewage_sludge_a_review_of_papers_published_in_the_2004-2014_in_Brazil>. Acesso em 13 fev. 2019.

CATÓLICO, Ana Carolina et.al, (2015). **Aproveitamento de resíduos do saneamento básico na fabricação de cerâmica vermelha.** Disponível em: < http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/1173>. Acesso em 14 fev. 2019.

CHERNICARO, Carlos et.al., (2017). **Panorama do tratamento de esgoto sanitário nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil: tecnologias mais empregadas.** Disponível em: < http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_213_n_1748.pdf>. Acesso em 18 fev. 2019.

COSTA, Adelaide et. al., (2009). **Avaliação do desenvolvimento vegetativo da bananeira sob o efeito de diferentes doses de lodo de esgoto tratado.** Disponível em:< <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/123456789/3097/1/09-av-desenv-veget-banan.pdf>>. Acesso em 16 fev. 2019.

FERRARI, Juliana & SOUZA, Manoel, (2007). **Uso do lodo de esgoto para recuperação de áreas degradadas.** Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/15660/uso-do-lodo-de-egoto-para-recuperacao-de-areas-degradadas>>. Acesso em 12 fev. 2019.

GASPARIM, José, (2013). **Viabilidade de aproveitamento de resíduos de tratamento de esgotos na construção civil.** Disponível em: < http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/258276/1/Gasparim_JoseCarlos_M.pdf>. Acesso em 12 fev. 2019.

GODOY, Lucia, (2013). **A logística na destinação do lodo de esgoto.** Disponível em: < <http://www.fatecguaratingueta.edu.br/revista/index.php/RCO-TGH/article/view/43/27>>. Acesso em 13 fev. 2019.

GOMES, Daniele et.al., (2013). **Lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de *Tectona Grandis* L.** Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/744/74425783015>>. Acesso em 13 fev. 2019.

GONÇALVES, Elzimar et. al., (2014). **Crescimento de mudas de *Ateleia Glazioviana* em substratos contendo diferentes materiais orgânicos.** Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/floram/v21n3/aop_floram_029213.pdf>. Acesso em 12 fev. 2019.

GUIMARÃES, Juliana et. al., (2018). **Utilização do lodo de esgoto na agricultura: uma análise cienciométrica.** Disponível em: < <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6558612>>. Acesso em 16 fev. 2019.

JUNIO, GERALDO et. al., (2013). **Produtividade de milho adubado com composto de lodo de esgoto e fosfato natural de Gafsa.** Disponível em: < <http://www.agriambi.com.br/revista/v17n07/v17n07a03.pdf>>. Acesso em 14 fev. 2019.

JUNIOR, Affonso et. al., (2015). **Fitodisponibilidade de metais em milho (*Zea mays*) cultivado com aplicação de biossólido.** Disponível em: < http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2015000100011>. Acesso em 08 fev. 2019.

KITAMURA, Aline et. al., (2008). **Recuperação de um solo degradado com a aplicação de adubos verdes e lodo de esgoto.** Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832008000100038&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em 16 fev. 2019.

LEMAINSK, Jorge & SILVA, José, (2006). **Utilização do biossólido da CAESB na produção de milho no Distrito Federal.** Disponível em: < <https://www.redalyc.org/html/1802/180214057015/>>. Acesso em 14 fev. 2019.

LOPES, Marcela, (2018). **Doses de lodo de esgoto na produtividade e qualidade dos frutos de abacateiro ‘HASS’.** Disponível em: < https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/153137/lopes_mc_me_botfca.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em 14 fev. 2019.

MAAS, Kelly, (2010). **Biossólido como substrato na produção de mudas de Timburi.** Disponível em: < <http://www1.ufmt.br/ufmt/unidade/userfiles/publicacoes/44fee01ff1aec939332b77142c2c308b.pdf>>. Acesso em 16 fev. 2019.

MAGELA, Mara et. al., (2012). **Biossólido na produção de mudas de eucalipto (*Eucalyptus Citriodora* Hook).** Disponível em: < <http://www.conhecer.org.br/enciclopedia/2012a/agrarias/biosolido.pdf>>. Acesso em 13 fev. 2019.

MAIA, Fabiana et. al. (2017). **Qualidade física do solo após aplicação de lodo de esgoto.** Disponível em: < <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/download/5088/4588>>. Acesso em 16 fev. 2019.

MAIA, Felipe, (2013). **Efeito da adubação com lodo de esgoto nas características químicas do solo, desenvolvimento vegetativo, produtividade e qualidade de frutos de abacaxizeiro cv. Vitória.** Disponível em: < <http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/5729/1/Felipe%20Gonzaga%20Maia.pdf>>. Acesso em 13 fev. 2019.

MARANGONI, Bruno et. al., (2018). **Avaliação da incorporação de lodo de ETE como substituição ao agregado miúdo na matriz de concreto.** Disponível em: < http://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/158_708.pdf>. Acesso em 08 fev. 2019.

MARTINS, Bruno et. al., (2015). **Uso do biossólido na agricultura.** Disponível em: < https://revistas.ufpr.br/rber/article/download/41399/pdf_65>. Acesso em 14 fev. 2019.

MOTA, Alexandre, (2015). **Prefeitura realiza plantio de dez mil mudas de espécies nativas da Mata Atlântica em Salvador.** Disponível em: < <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/prefeitura-realiza-plantio-de-dez-mil-mudas-de-especies-nativas-da-mata-atlantica-em-salvador/>>. Acesso em 13 fev. 2019.

OLIVEIRA, LUCAS et. al., (2017). **Avaliação das alternativas de aproveitamento do lodo gerado pelas estações de tratamento de esgoto (ETE'S) e estações de tratamento de água (ETA'S) de Palmas-TO na construção civil.** Disponível em: < <https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2018/11/II-554.pdf>>. Acesso em 16 fev. 2019.

PASQUINI, Nilson, (2014). **Uso potencial como fonte de energia de lodo proveniente de esgoto doméstico e industrial.** Disponível em: < <https://revistas.unicentro.br/index.php/RECEN/article/download/2925/2351>>. Acesso em 08 fev. 2019.

PEDROSA, Manoel et.al., (2017). **Biossólido de lodo de esgoto na agricultura: desafios e perspectivas.** Disponível em: < <https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/999>>. Acesso em 12 fev. 2019.

PRUDÊNCIO, Daniel & COSTA, Aureliano, (2016). **Utilização do lodo de estação de tratamento de esgoto para adubação da seringueira (*Hevea brasiliensis*).** Disponível em: <<https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/2499/1/I-SICT-PIBIC-001.pdf>>. Acesso em 13 fev. 2019.

RIGO, Michelle et.al., (2014). **Destinação e reuso na agricultura do lodo de esgoto derivado do tratamento de águas residuárias domésticas no Brasil.** Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/278026813_Destinacao_e_reuso_na_agricultura_do

_lodo_de_esgoto_derivado_do_tratamento_de_aguas_residuarias_domesticas_no_Brasil/download>. Acesso em 18 fev. 2019.

ROSA, Daniel & JR., Durval, (2009). **Disposição de lodo de esgoto no solo: estudo de viabilidade.** Disponível em: < <https://doaj.org/article/6b21e1ba9cae4b4b9ad1920bf91f6405>>. Acesso em 18 fev. 2019.

SAMPAIO, Thalita, (2012). **Lodo de esgoto na recuperação de áreas degradadas: efeito nas características físicas do solo.** Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0100-06832012000500028&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em 12 fev. 2019.

SCHEER, Maurício et. al., (2012). **Compostos de lodo de esgoto para a produção de mudas de Anadenanthera Colubrina (Vell.) Brenan.** Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/cerne/v18n4/v18n4a11>>. Acesso em 14 fev. 2019.

SIQUEIRA, David et. al., (2018). **Lodo de esgoto tratado na composição de substrato para produção de mudas de Lafoensia Glyptocarpa.** Disponível em: < <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/download/55795/35196>>. Acesso em 10 fev. 2019.

SOSSAI, Thiago et. al., (2016). **Utilização de lodo de esgoto da ETE de Poços de Caldas na adubação do feijoeiro.** Disponível em: < <http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/include/getdoc.php?id...pdf>>. Acesso em 10 fev. 2019.