

III-006 - LODO GERADO EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA: PLANOS MUNICIPAIS DE RESÍDUOS SÓLIDOS E PESQUISAS ACADÊMICAS NO BRASIL

Luana Ribeiro da Silva⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal de Alfenas. Pós-graduada em Projeto e Gestão de Infraestrutura Urbana pela Universidade Federal de São Carlos. Mestranda em Engenharia Civil na área de concentração de Saneamento e Ambiente pela Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas.

Cali Laguna Achon⁽²⁾

Engenheira Civil pela UFSCar. Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP e Pós-doutora pelo Departamento de Engenharia Civil da UFSCar com bolsa FAPESP. Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos (DECiv-UFSCar) e Professora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da UFSCar (PPGEU/UFSCar).

Ricardo de Lima Isaac⁽³⁾

Engenheiro Civil pela UNICAMP; Mestre em Engenharia Hidráulica e Sanitária pela Escola Politécnica (USP); Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (USP); Pós-doutorado pela Universidade de Londres (UCL). Professor Associado da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC-UNICAMP).

Endereço⁽¹⁾: Rua Dr. Joaquim Rodrigues de Siqueira, 2086 – Boa Vista – São Carlos - SP - CEP: 13575-003 - Brasil - Tel: (16) 99754-7765 - e-mail: luana.ribeiro32@gmail.com

RESUMO

A maioria das estações de tratamento de água no Brasil ainda não possui sistema de tratamento para os resíduos gerados em seus processos. O tratamento e a destinação final ambientalmente adequada para os resíduos dos serviços públicos de saneamento básico estão previstos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305/2010. Os serviços de saneamento devem ser geridos de acordo com a Política Nacional de Saneamento Básico, Lei 11.445/2007, em que se prevê a elaboração do plano de saneamento básico, documento que contém o diagnóstico e prognóstico dos serviços relacionados ao sistema de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais. De acordo com a Lei 12.305/2010 os municípios também devem elaborar um plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, porém, este pode ser substituído pelo plano municipal de saneamento básico desde que contemple o conteúdo mínimo previsto na Lei. Assim, os resíduos do tratamento de água para abastecimento público devem ser geridos com bases nas leis vigentes e devem ter seu diagnóstico e prognóstico previsto nos planos municipais. Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar a abordagem do lodo e da água de lavagem de filtros gerados nas estações de tratamento de água de vinte e quatro municípios pertencentes a uma mesma bacia hidrográfica, nos planos municipais de saneamento básico e gerenciamento integrado de resíduos sólidos. Além disso, foi realizada uma pesquisa a fim de obter os resultados da evolução no número de artigos científicos publicados sobre o lodo de estação de tratamento de água, visando relacionar o conteúdo dos planos com as pesquisas acadêmicas. Os resultados mostraram que somente treze municípios forneceram informações sobre o lodo gerado e dez municípios para a água de lavagem de filtros. Porém, as informações fornecidas são insignificantes, já que nenhum deles apresentou a quantificação e caracterização dos resíduos gerados. Para as pesquisas acadêmicas, notou-se que o Brasil é o terceiro país no número de publicações sobre lodo de ETA conforme pesquisa realizada na base de dados Scopus, e que as pesquisas no Brasil apresentam diversas alternativas para destinação ambientalmente adequada desses resíduos, porém tais práticas não estão sendo incorporadas pelos gestores municipais.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo de ETA, Saneamento, Lei 12.305, Plano Municipal de Resíduos Sólidos, Tratamento de Água.

INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/2010 caracteriza os resíduos públicos de saneamento básico como todos os resíduos gerados nas atividades de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais. Um dos objetivos da Lei é preconizar a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, assim como a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos.

No Brasil, de acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2008) aproximadamente 55% do tratamento de água é realizado pelo tipo convencional e os dados da destinação do lodo gerado revelam que somente 2,4% das estações destinam para reaproveitamento, sendo que 3,9% destinam para aterro sanitário e 89,8% encaminham para rios, mar e solo, contrariando as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Os planos de resíduos são o primeiro instrumento da Lei, abrangendo o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, os planos estaduais, microrregionais, intermunicipais de resíduos sólidos, os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos e os planos de gerenciamento de resíduos sólidos.

O Art. 19. da Lei 12.305/2010 determina o conteúdo mínimo dos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos, o qual deve conter um diagnóstico da situação incluindo a origem, volume, caracterização dos resíduos e as formas de destinação e disposição final empregadas.

O plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos para municípios com menos de vinte mil habitantes possui conteúdo simplificado, conforme exposto no Decreto nº 7.404/2010. O conteúdo mínimo também abrange a realização de um diagnóstico.

É comum muitos municípios elaborarem somente o plano municipal de saneamento básico e inserir o conteúdo do plano municipal de gerenciamento integrado de resíduos sólidos. A prática é apropriada de acordo com a Lei 12.305/2010 desde que seja respeitado o conteúdo mínimo previsto na Lei.

Os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos possuem também o objetivo de definir as responsabilidades com relação à implementação e operacionalização dos planos, sendo, portanto, uma ferramenta de gestão para que ocorra o controle e o gerenciamento de todos os resíduos gerados.

O objetivo deste trabalho é avaliar os resíduos de saneamento, particularmente o lodo e a água de lavagem dos filtros de estações de tratamento de água nos Planos Municipais de Saneamento Básico e Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos em vinte e quatro municípios de uma mesma bacia hidrográfica localizada no Estado de São Paulo e contrastar com a tendência das pesquisas científicas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Planos Municipais de Saneamento Básico e Resíduos Sólidos

Para execução da investigação do conteúdo de Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) e de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) foram selecionados dezenove municípios pertencentes ao Estado de São Paulo e cinco municípios pertencentes ao Estado de Minas Gerais. A determinação de análise de tais municípios foi devido aos mesmos terem sido contemplados em um mesmo Termo de Referência para contratação dos Planos.

Os municípios nos quais os PMSB e PMGIRS tiveram seu conteúdo analisado por este trabalho estão situados na mesma bacia hidrográfica, e possuem seus planos contratados pela unidade de gerenciamento dos recursos hídricos, sendo, portanto, a Agência de Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá.

Os Planos Municipais de Saneamento Básico e Gestão Integrada de Resíduos Sólidos encontram-se disponíveis para consulta e download no site da Agência das Bacias PCJ. Dessa forma, foram consultadas as palavras-chave “lodo” e “água de lavagem” nos cadernos referentes ao Diagnóstico e Prognóstico, a fim de verificar se o conteúdo apresenta referência à geração de lodo e de água de lavagem de filtros, tratamento, destinação final e investimentos.

Também foi realizada uma pesquisa nos planos a fim de verificar informações sobre o tratamento de água: número de estações de tratamento (ETAs), tecnologia de tratamento e outras informações pertinentes, considerando que apenas as ETAs de ciclo completo geram lodo em suas unidades de decantação ou flotação.

Em relação à destinação do lodo e água de lavagem dos filtros, foram avaliadas quais as formas adotadas (diagnóstico e prognóstico) e, posteriormente, analisados os resultados em gráfico, que foram também agrupados por faixas populacionais.

Pesquisa Científica

A análise da evolução científica de pesquisas com o tema lodo de estação de tratamento de água foi realizada através de consulta na base de dados do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no qual tem o objetivo de democratizar o acesso à informação científica. A escolha dessa base de dados foi devido ao acesso gratuito por todas as instituições federais de ensino superior; unidades de pesquisa com pós-graduação, avaliadas pela CAPES com nota mínima de quatro; instituições públicas de ensino superior estaduais e municipais com pós-graduação avaliadas pela CAPES com nota mínima de quatro; instituições privadas de ensino superior com pelo menos um doutorado com avaliação mínima de cinco pela CAPES e instituições com programas de pós-graduação recomendados pela CAPES e que atendam aos critérios de excelência definidos pelo Ministério da Educação (MEC).

Foram realizadas quatro diferentes consultas ao Portal de Periódicos CAPES com o intuito de alcançar o maior número possível de trabalhos científicos de autores brasileiros pertinentes à temática de lodo de ETA. A Tabela 1 apresenta as palavras-chave que foram utilizadas na pesquisa, sendo que todos os resultados foram analisados para os últimos vinte anos e considerando na opção de busca a palavra exata.

Tabela 1. Pesquisas realizadas no Portal de Periódicos CAPES

	<i>Palavras-chave</i>
PESQUISA 1	lodo AND tratamento de água
PESQUISA 2	lodo AND estação de tratamento de água
PESQUISA 3	resíduo AND tratamento de água
PESQUISA 4	water treatment plant AND sludge

Para efeito de comparação da evolução da escrita de artigos científicos sobre o assunto, foram efetuadas pesquisas também na base de dados Scopus, a fim de analisar os resultados internacionais da maior base de dados de resumos e citações de literatura revisada por pares. Os critérios utilizados para a busca foram os mesmos adotados na Pesquisa 4 da Tabela 1, considerando o período de 1998 a 2018, buscando pela palavra exata e excluindo algumas palavras que poderiam retornar resultados que não se enquadram com o tema proposto. A Tabela 2 apresenta a configuração exata da busca na base de dados Scopus.

Tabela 2. Pesquisa realizada na base de dados Scopus

<i>Palavras-chave exatas</i>	<i>Palavras exatas excluídas da busca</i>
water treatment plant AND sludge	sewage AND wastewater AND wastewater treatment plant AND waste water treatment

RESULTADOS

Planos Municipais de Saneamento Básico e Resíduos Sólidos

Os Planos Municipais de Saneamento Básico e Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos analisados contemplam municípios com diferente número de habitantes e distribuição econômica. Do total observado, nove municípios apresentam população de até dez mil habitantes; seis municípios possuem população maior do que dez mil habitantes e menor do que vinte mil habitantes; seis municípios apresentam população entre vinte mil habitantes até cinquenta mil habitantes; e três municípios apresentam população entre cem mil e cento e cinquenta mil habitantes.

De acordo com as informações contidas nos PMSB e PMGIRS foi observado que vinte municípios possuem pelo menos uma estação de tratamento de água e quatro municípios possuem somente abastecimento público de água por captação subterrânea, portanto, não possuem ETA. A Tabela 3 apresenta as principais informações sobre os municípios que tiveram seus planos consultados, tais como população, número de estações de tratamento de água e tecnologia adotada.

Tabela 3. Resultados da consulta sobre o assunto lodo de estação de tratamento de água em 24 PMSB e PMGIRS.

Município	Pop. (hab.)	Estado	Ano do plano	ETAs	Vazão (L/s)	Tecnologia de tratamento
M1	8.635	SP	2015-2034	Não possui ETA		
M2	15.961	SP	2016-2035	Não possui ETA		
M3	45.975	SP	2016-2035	ETA 1	225	Ciclo completo
				ETA 2	5,5	Compacta (ciclo completo)
M4	15.289	SP	2016-2035	ETA 1	66	Ciclo completo
				ETA 2	12	Compacta (ciclo completo)
M5	38.654	SP	2016-2035	ETA 1	150	Ciclo completo
M6	24.596	SP	2016-2035	ETA 1	72	Ciclo completo
M7	109.290	SP	2016-2035	ETA 1	210	Ciclo completo
				ETA 2	205	Ciclo completo
M8	11.956	SP	2016-2035	ETA 1	40	Ciclo completo
M9	20.429	SP	2015-2034	ETA 1	-	Compacta pressurizada (decantador e filtro)
				ETA 2	-	Ciclo completo
				ETA 3	-	Não informado
M10	16.612	SP	2016-2035	ETA 1	36	ETA Pressurizada (coagulação, floculação e filtração)
M11	8.992	SP	2016-2035	ETA 1	12	Ciclo completo
M12	11.768	SP	2016-2035	ETA 1	20	Ciclo completo
M13	5.797	SP	2015-2034	Não possui ETA		
M14	6.200	SP	2016-2035	ETA 1	70	Ciclo completo
M15	7.187	SP	2016-2035	ETA 1	19	Ciclo completo
M16	5.764	MG	2016-2035	ETA 1	8	Ciclo completo
M17	5.930	SP	2016-2035	Não possui ETA		
M18	148.925	SP	2016-2035	ETA 1	360	Ciclo completo
M19	101.471	SP	2016	ETA 1	350	Ciclo completo
M20	13.105	SP	2015	ETA 1	21	Ciclo completo
M21	28.599	MG	2016	ETA 1	102	Ciclo completo
				ETA 2	13	Compacta (ciclo completo)
M22	8.664	MG	2015	ETA 1	28	Ciclo completo
M23	21.080	MG	2015	ETA 1	47	Ciclo completo
M24	6.241	MG	2015	ETA 1	15	Ciclo completo

De acordo com a Tabela 3, nota-se que dos vinte municípios que possuem estação de tratamento de água, um deles não apresenta decantador, portanto não foi contabilizado na geração de lodo assim como os municípios que não possuem ETA.

A Figura 01 apresenta os resultados da consulta no PMSB e PMGIRS se o município menciona alguma informação sobre a geração e o tratamento de lodo de ETA.

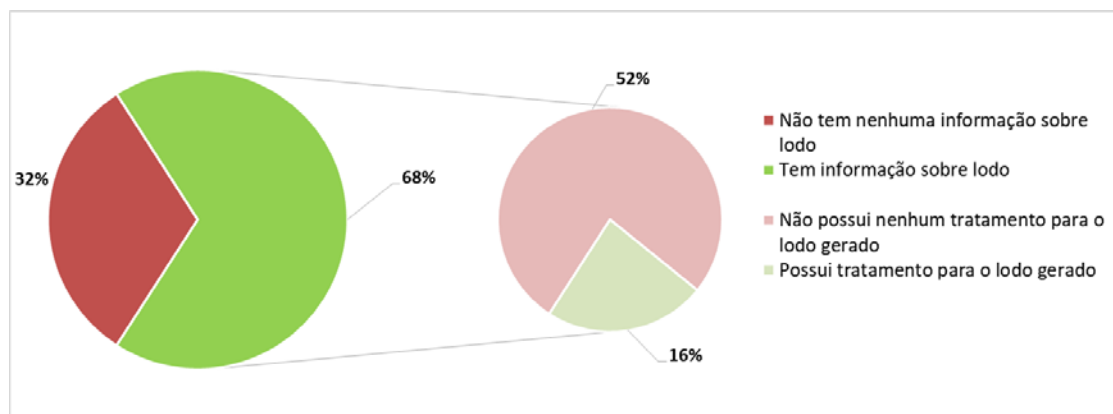


Figura 1. Informação sobre geração e tratamento de lodo no PMSB e PMGIRS.

No gráfico da Figura 1 pode-se notar que seis municípios não apresentam em seus PMSB e PMGIRS qualquer referência sobre a geração de lodo de ETA e disposição realizada. Considerando os treze planos (68%) que mencionam informações sobre o assunto, somente três municípios possuem sistema de tratamento e disposição do lodo, correspondendo a 16% dos municípios analisados, e dez municípios, ou seja, 52%, informam que não possuem nenhum tratamento, estando em desacordo com a Lei 12.305/2010 que exige a destinação ambientalmente adequada desses resíduos.

Os três municípios que informaram possuir sistema de tratamento para o lodo gerado são M5, M8 e M18, correspondendo em número de habitantes em ordem crescente o 20º, 11º e 24º município, totalizando uma população de 199.535 habitantes. Dos dez municípios que não possuem tratamento para o lodo, cinco lançam o lodo em corpo hídrico, dois lançam em galeria de água pluvial e três não informaram a destinação adotada, e juntos totalizam uma população 255.490 habitantes.

A Figura 02 apresenta os resultados da consulta no PMSB e PMGIRS se o município menciona alguma informação sobre a geração e o tratamento da água de lavagem de filtros.

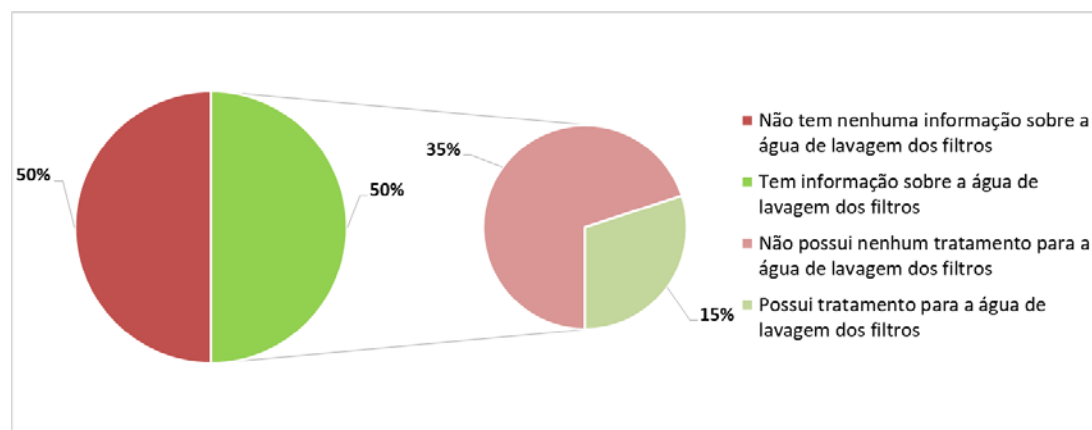


Figura 2. Informação sobre geração e tratamento da água de lavagem de filtros no PMSB e PMGIRS.

Conforme exposto no gráfico da Figura 2, metade dos municípios analisados que possuem estação de tratamento de água apresentaram em seus planos municipais informação sobre a geração e destinação da água de lavagem de filtros (ALAF). Com relação ao tratamento e destinação adotados, dentre os 50% dos municípios que tem informações sobre ALAF nos planos, somente 15% dos municípios possuem um sistema

de tratamento para a água de lavagem dos filtros, porém nenhum deles contempla o reaproveitamento dessa água no sistema de tratamento.

A destinação adotada para a água de lavagem de filtros de acordo com as informações contidas nos planos foram: 2 municípios destinam para BAGs, 1 município encaminha para ETE, 5 municípios lançam a água de lavagem em corpo hídrico sem tratamento, 1 município lança na galeria de água pluvial e 1 deles somente informou que não faz tratamento, mas não especifica a destinação final.

Considerando a população atendida, os municípios que lançam a água de lavagem no corpo hídrico ou em galeria de água pluvial totalizam 119.143 habitantes, e os 3 municípios que adotam algum sistema de tratamento para essa água totalizam 172.649 habitantes.

Comparando os resultados para as informações relativas ao tratamento de lodo e da água de lavagem dos filtros, 10 municípios apresentaram em seus planos alguma referência sobre o lodo e a água de lavagem de filtros gerados; 6 municípios não informaram nada sobre o lodo e a água de lavagem de filtros em seus planos; 3 municípios somente informaram sobre o lodo gerado não apresentando nenhuma informação sobre a água de lavagem de filtros; e 1 município apresentou somente informação sobre a água de lavagem, porém não possui decantador.

Na etapa do prognóstico em cada plano foi avaliado os investimentos previstos para implantação de sistema para tratamento dos resíduos gerados nas estações de tratamento de água. Na Figura 3 é apresentado o gráfico com os dados gerais das análises realizadas nos planos dos vinte municípios que possuem ETA.

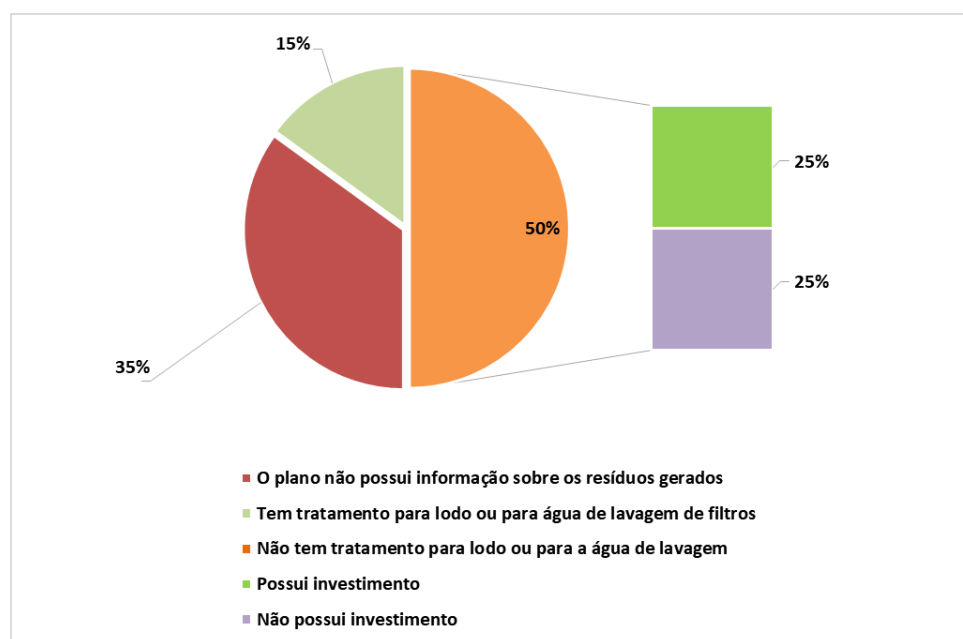


Figura 3. Investimentos previstos no PMSB e PMGIRS para sistema de tratamento dos resíduos gerados nas ETAs.

De acordo com a Figura 3, considerando os investimentos previstos para os casos que não há nenhum tipo de tratamento para o lodo gerado, ou seja, em 50% dos municípios, somente 25% consideraram recursos financeiros para implantação de sistema de tratamento de lodo, porém, nenhum deles informou qual será a destinação final. Para os casos em que o PMSB e PMGIRS não apresentaram informação alguma sobre o lodo e a água de lavagem de filtros gerados também não foi identificado nenhum investimento para essa área.

As informações contidas nos planos são, em sua maioria, incipientes, visto que nenhum plano apresentou dados da quantificação do lodo e da água de lavagem de filtros gerados e de monitoramento da qualidade desses resíduos.

Pesquisa Científica

A pesquisa científica a respeito dos resíduos de saneamento pode contribuir com um maior grau de conhecimento sobre as características/propriedades/constituintes presentes no lodo, possibilidades de procedimentos e metodologias para tratamento e alternativas para destinação ambientalmente adequada.

Foram encontrados 48 artigos científicos escritos por autores brasileiros relacionados ao tema de lodo de estação de tratamento de água no Portal de Periódicos da CAPES, considerando todas as buscas realizadas de acordo com o conteúdo da Tabela 1. A Figura 4 apresenta a evolução das pesquisas ao longo dos últimos vinte anos.

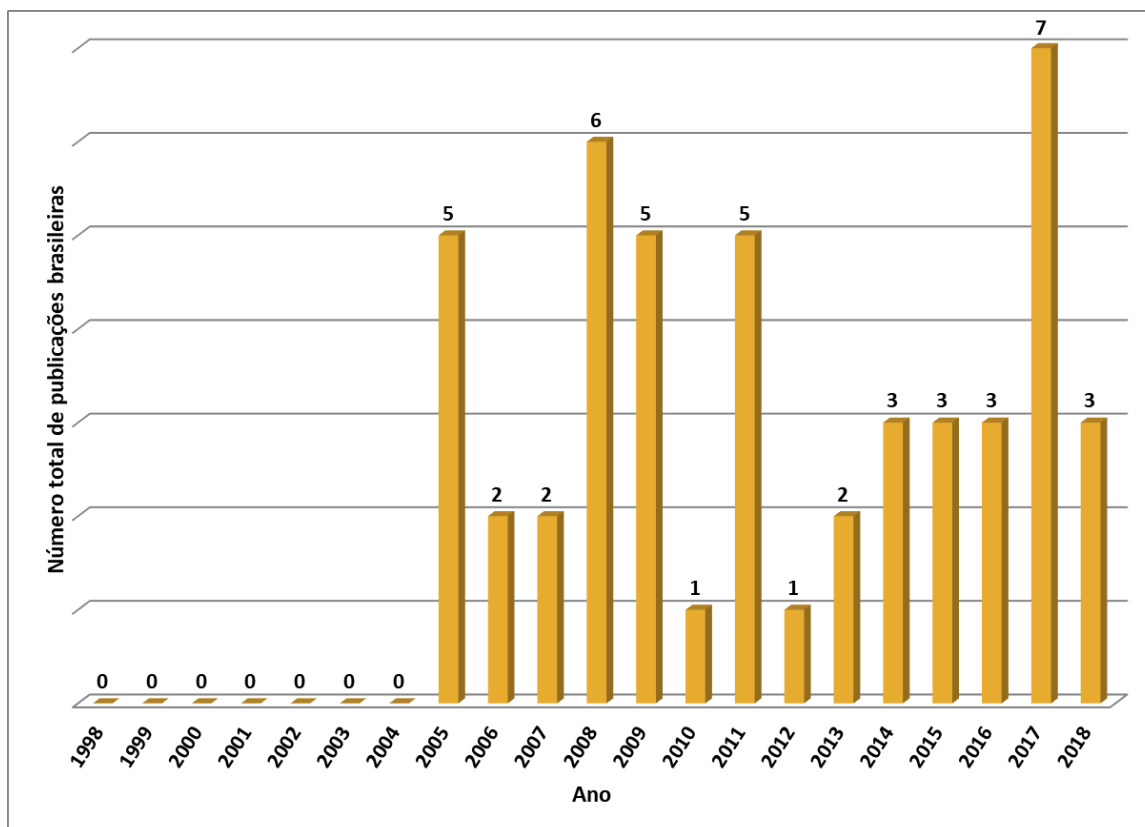


Figura 4. Evolução anual no número de artigos científicos encontrados no Portal da Capes escritos por autores brasileiros relacionados ao tema de lodo de estação de tratamento de água.

De acordo com a Figura 4 é possível inferir que não há uma tendência de crescimento do desenvolvimento de trabalhos relacionados ao lodo de ETA ao longo dos anos, visto que o número anual de artigos tem tido variação, máximo de 7 em 2017 e 1 em 2010 e 2012, valores considerados muito baixos diante da relevância do problema no campo da engenharia sanitária e ambiental. Não se observa tendência de aumento desde a publicação da PNRS, em 2010.

Embora não tenha sido recuperado na busca no Portal de Periódicos CAPES trabalho algum sobre lodo de ETA anterior ao ano de 2005, alguns trabalhos podem ser encontrados em outras bases de dados.

Na Figura 5 é possível analisar em qual temática os artigos desenvolvidos nesse período encontram-se inseridos.

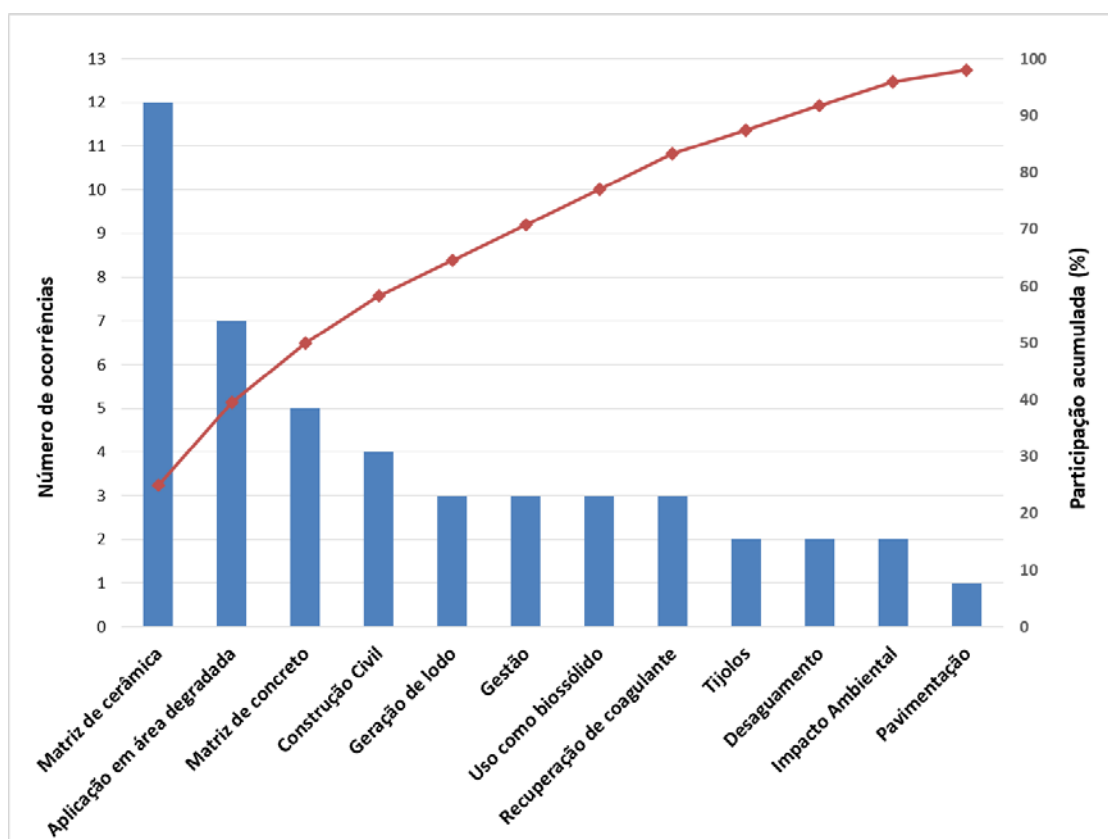


Figura 5. Quantificação do número de artigos científicos disponíveis no Portal de Periódicos CAPES sobre lodo de ETA separados por temas durante os anos de 1998 a 2018.

No Gráfico da Figura 5 é possível observar uma tendência em relação aos temas dos artigos, maior ocorrência para uso de lodo em “matrizes cerâmicas” com total de 12 artigos, representando 25% dos artigos encontrados nesta base de dados.

A consulta na base de dados internacional Scopus foi realizada de acordo com o exposto na Tabela 2. A pesquisa retornou 501 resultados, sendo a China e os Estados Unidos os países que mais publicaram trabalhos relacionados à temática consultada. A Figura 6 exibe o resultado do número de trabalhos encontrados distribuídos por país para a pesquisa realizada.

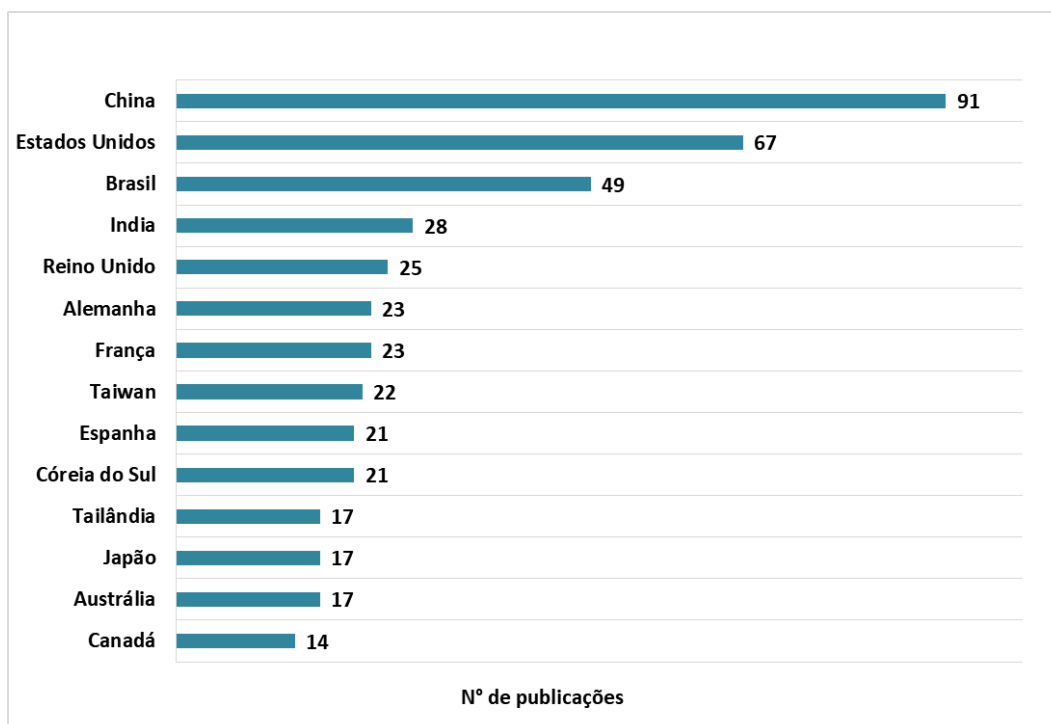


Figura 6. Número de publicações na base de dados Scopus sobre lodo de ETA separados por país durante os anos de 1998 a 2018.

Observando o gráfico da Figura 6 nota-se que o Brasil apresenta um espaço relevante no cenário das pesquisas sobre lodo de estação de tratamento de água, sendo de acordo com a pesquisa realizada, o terceiro país no número de publicações sobre o assunto.

Em consequência de tais resultados, foi efetuada a comparação da evolução do número de publicações em cada ano, a partir de 1998, considerando os três países que mais publicaram trabalhos, no qual pode ser visualizada no gráfico da Figura 7.

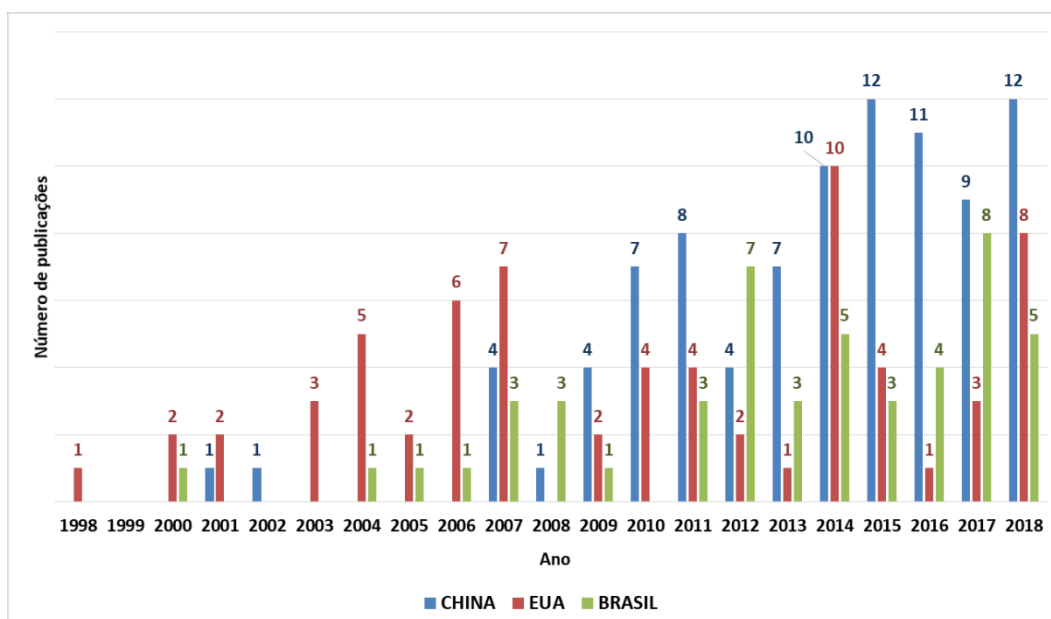


Figura 7. Comparação da evolução de publicações dos países China, EUA e Brasil sobre lodo de ETA disponíveis na base de dados Scopus entre os anos de 1998 e 2018.

Conforme os dados expostos pela Figura 7, China, EUA e Brasil não tem seguido uma linearidade no número de publicações e também não apresentam uma variação proporcional ao longo dos anos, visto que se observa que em determinado país de um ano a outro o número de publicações aumenta e em outro país diminui.

A China foi o único país que apresentou uma tendência de crescimento no número de publicações ao longo dos últimos vinte anos.

CONCLUSÕES

Os Planos Municipais de Saneamento Básico e Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos são uma das principais ferramentas da gestão municipal para realização de um diagnóstico das condições atuais referentes às áreas contempladas no saneamento básico.

Os resultados da consulta realizada nos 24 (vinte e quatro) PMSB e PMGIRS considerados na presente pesquisa mostram que os resíduos gerados pelo processo de tratamento de água não estão sendo abordados adequadamente, visto que as informações contidas são superficiais, quando existentes. Nenhum município apresentou informações sobre geração e caracterização do lodo e da água de lavagem de filtros.

Os resultados contemplados no desenvolvimento de trabalhos científicos mostram que a aplicação do lodo em matriz de cerâmica, áreas degradadas, matriz de concreto e construção civil pode ser viabilizada. Porém, o número de trabalhos científicos é baixo diante de todas os desafios do setor para viabilizar a destinação ambientalmente adequada desses resíduos e minimizar os impactos ambientais associados.

Embora três municípios realizem o tratamento do lodo, dois municípios informaram que destinam para aterro sanitário e o outro não informou o tipo de destinação. Não foi observado em nenhum PMSB e PMGIRS a proposta para uso benéfico do lodo de ETA. Assim, os resultados observados na pesquisa científica não estão sendo contemplados satisfatoriamente nos PMSB e PMGIRS.

Com relação ao tratamento da água de lavagem de filtros, em nenhum plano foi citado a reutilização dessa água após processo de tratamento.

Além disso, há dificuldade na transparência e acesso dessas informações. Sabe-se que no Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS) não há nenhum indicador que relaciona os resíduos gerados no processo de tratamento de água e, dessa forma, os municípios não tem necessidade de levantar e fornecer dados relativos ao lodo e, conseqüentemente são menos cobrados pela gestão adequada destes resíduos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ. PMSB – LOTES. Disponível em: <<http://www.agencia.baciaspcj.org.br/novo/projetos/mecanismo-de-abatimento/84-projetos/pmsb-e-pmgirs>>. Acesso em: 12 de setembro de 2018.
2. BRASIL. Lei Nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos.
3. IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, 2008.