Joaquim Castro da Silva Netto

Sistemas Descentralizados de Esgotamento Sanitário: Análise Bibliométrica da Produção Científica Brasileira no Período 2000-2018

São Cristóvão – SE

2019

Joaquim Castro da Silva Netto

Sistemas Descentralizados de Esgotamento Sanitário: Análise Bibliométrica da Produção Científica Brasileira no Período 2000-2018

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Sergipe (UFS), para encerramento do componente curricular e conclusão da graduação em Engenharia Civil.

Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia (CCET)

Departamento de Engenharia Civil (DEC)

Orientador: Prof. Dr. Daniel Moureira Fontes Lima

São Cristóvão – SE

2019

Joaquim Castro da Silva Netto.
Sistemas Descentralizados de Esgotamento Sanitário: Análise Bibliométrica da Produção Científica Brasileira no Período 2000-2018/ Joaquim Castro da Silva Netto, São Cristóvão – SE, 2019. 66 p. : il.
Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão – SE.
I. Universidade Federal de Sergipe. II. Título.

Joaquim Castro da Silva Netto

Sistemas Descentralizados de Esgotamento Sanitário: Análise Bibliométrica da Produção Científica Brasileira no Período 2000-2018

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Sergipe (UFS), para encerramento do componente curricular e conclusão da graduação em Engenharia Civil.

Aprovada em: 22 de abril de 2019

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Daniel Moureira Fontes Lima – Universidade Federal de Sergipe (Orientador)	Nota
Prof. Dra. Débora de Gois Santos – Universidade Federal de Sergipe (Examinador 1)	Nota
Prof. Dra. Denise Conceição de Gois Santos Michelan – Universidade Federal de Sergipe (Examinador 2)	Nota

São Cristóvão - SE

2019

Resumo

A pesquisa sobre sistemas descentralizados de esgoto vem crescendo, a fim de atestar a viabilidade desses meios no preenchimento das lacunas deixadas pelos métodos tradicionais de tratamento. O presente trabalho busca analisar publicações científicas sobre gestão de resíduos líquidos através de sistemas descentralizados de esgotamento sanitário no Brasil, a fim de descrever o quadro de publicações sobre o tema no período 2000-2018. Através da metodologia ProKnow-C foi conduzida a filtragem e seleção dos artigos encontrados nas bases de dados, montando um portfólio com 84 trabalhos avaliados como alinhados ao tema sistemas descentralizados de esgotamento sanitário. A análise bibliométrica apontou para autores de destaque, como Chernicharo, C. A. L., Matos, A. T., Von Sperling, M., Paulo, P. L., e instituições proeminentes, como Universidade Federal de Minas Gerais e Universidade Federal de Santa Catarina. O estudo evidenciou a tendência de crescimento na exploração do tema, o estabelecimento de redes científicas com pesquisadores europeus e a escassez de publicações relevantes em regiões brasileiras com índices graves de deficiência no saneamento. Espera-se que esse trabalho possa servir como suporte a elaboração de referencial teórico de futuros trabalhos científicos.

Palavras-chaves: Bibliometria. Esgotamento Descentralizado. Produção Brasileira.

Abstract

Research about decentralized wastewater systems has been increasing in order to attest the viability of these means in filling the gaps left by traditional treatment methods. The present work seeks to analyze scientific publications on wastewater management through decentralized systems of sanitary sewage in Brazil, in order to describe the framework of publications on the subject in the period 2000-2018.. Through the ProKnow-C methodology, the filtering and selection of the articles found in the databases was conducted, developing a portfolio with 84 papers evaluated as aligned to the theme of decentralized systems of sanitary sewage. The bibliometric analysis pointed to prominent authors, such as Chernicharo, C. A., Matos, A. T., Von Sperling, M and Paulo, P. L., and prominent institutions, such as the Federal University of Minas Gerais and the Federal University of Santa Catarina. The study showed a growing trend in the exploration of the subject, the establishment of scientific networks with European researchers and the shortage of relevant publications in Brazilian regions with severe indices of sanitation deficiency. It is hoped this work can serve as support for the elaboration of theoretical reference of future scientific works.

Keywords: Bibliometrics. Decentralized Wastewater. Brazilian Production.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Fluxograma de seleção dos artigos para construção do portfólio 31
Figura 2 – Representação do ponto de corte para avaliação do reconhecimento científico 36
Figura 3 – Quantidade de artigos no portfólio por ano 48
Figura 4 – Quantidade de artigos no portfólio por periódico 49
Figura 5 – Quantidade de artigos no portfólio por autor 51
Figura 6 – Representação das redes de trabalho identificadas no portfólio bibliográfico 52
Figura 7 – Quantidade de artigos no portfólio por instituição 53
Figura 8 – Distribuição geográfica nacional das instituições de origem das publicações 55
Figura 9 – Nuvem de palavras-chave concomitantes 57
Figura 10 – Quantidade de citações por autor 59
Figura 11 – Quantidade de citações por instituição 60

Lista de quadros

Quadro 1 – Palavras-chave excluídas 32
Quadro 2 – Palavras-chave para pesquisa 33
Quadro 3 – Strings de busca para pesquisa 33
Quadro 4 – Portfólio bibliográfico 39

Lista de tabelas

Tabela 1 – Situação do esgotamento sanitário no Brasil 20
Tabela 2 – Indicadores bibliométricos 29
Tabela 3 – Resultado da busca nas bases a partir de palavras-chave 34
Tabela 5 – Classificação Qualis dos periódicos 50
Tabela 6 – Origem das publicações que compõem o portfólio bibliográfico 54
Tabela 7 – Frequência das palavras-chaves dos artigos 56
Tabela 8 – Artigos mais referenciados do portfólio bibliométrico 58

Lista de abreviaturas e siglas

ABES	ONG brasileira que atua na área de engenharia sanitária e ciências ambientais.
CAPES	fundação ligada ao Ministério da Educação brasileiro que atua no desenvolvimento da pós gradução nacional.
INTECRAL	projeto cooperativo iniciado em 2014 entre Brasil e Alemanha para desenvolver pesquisas e tecnologias objetivando a melhoria da qualidade de vida de comunidades agrícolas.
RAFA	reator anaeróbio de fluxo ascendente usado para tratamento de esgoto.
UASB	reator anaeróbio de fluxo ascendente usado para tratamento de esgoto.

Sumário

1 INTRODUÇÃO 19
1.1 Considerações Iniciais 19
1.2 Objetivos 22
1.2.1 Objetivo Geral 22
1.2.2 Objetivos Específicos 22

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 23
2.1 Esgotamento Descentralizado 23
2.2 Bibliometria 27

3 MÉTODO DE TRABALHO 31
3.1 Investigação Preliminar 32
3.1.1 Definição das palavras-chave 32
3.1.2 Identificação dos bancos de dados 34
3.2 Seleção dos artigos 34
3.2.1 Realização da busca nos bancos de dados utilizando as strings de busca . . 34
3.2.2 Exclusão de artigos repetidos 35
3.2.3 Verificação do alinhamento com o tema de pesquisa 35
3.2.4 Verificação do reconhecimento científico das publicações 35
3.2.5 Avaliação dos artigos menos citados pelo critério de atualidade e verificação do alinhamento das publicações pela leitura dos resumos 36
3.3 Análise Bibliométrica 36

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 39
4.1 Portfólio Bibliográfico 39
4.2 Contagem de Número de Publicações 48
4.3 Contagem de Palavras-chave 55
4.4 Contagem de Número de Citações 57

5 CONCLUSÃO 61

REFERÊNCIAS 63

1 Introdução

1.1 Considerações Iniciais

A curiosidade pelo estudo do sistema descentralizado é antecedida pelo interesse na preocupação com a proteção ao meio ambiente, sustentabilidade do desenvolvimento e qualidade de vida, visto que o desempenho dos serviços de saneamento possui influência direta sobre eles.

A concepção de resíduo visto como problema, cuja solução está em distanciá-lo da área em que foi produzido, e a amplamente adotada materialização dessa solução através dos sistemas urbanos de saneamento, apesar de altamente benéfica em alguns aspectos, despontam como oposições à abordagem verdadeiramente sustentável. Isso é evidenciado quando se observa as implicações das etapas que constituem tais sistemas: a coleta de diversos tipos de esgotos das residências acarreta na diluição de materiais concentrados em água mais limpa, o que dificulta a reutilização e recuperação dos efluentes devido à complexidade na variação de poluentes; o transporte do esgoto até uma estação de tratamento central e o funcionamento desta requerem recursos demasiados, demandam energia, e por vezes trazem alterações danosas ao ambiente (LENS; ZEEMAN; LETTINGA, 2001).

Ainda de acordo com Lens, Zeeman e Lettinga (2001), a pesquisa crescente sobre o tema da descentralização vem para responder se tal alternativa é capaz de preencher as lacunas deixadas pela abordagem centralizada, no que tange à acessibilidade econômica, aplicabilidade universal e efetiva proteção ambiental, ao mesmo tempo que procura garantir a suficiência no grau de segurança do tratamento proveniente dos sistemas descentralizados.

O resgate histórico levantado por Lofrano e Brown (2010) mostra o estabelecimento social da ideia de que grandes estações de tratamento configuram as melhores práticas para solucionar problemas sanitários provenientes das águas residuárias, percepção impulsionada por avanços tecnológicos e pela melhor compreensão do impacto desses resíduos no meio ambiente. O estudo aponta também que a gestão de efluentes está inerentemente vinculada às tradições socioculturais, o que acentua a existência de empecilhos como corrupção, tabus e diversas barreiras sociais ao entendimento das vantagens e à consequente implantação de sistemas descentralizados em regiões nas quais eles seriam cabíveis, a exemplo de pequenas comunidades em áreas rurais de países em desenvolvimento.

Lida a partir do ponto de vista cultural, essa percepção pode ser herança do imperialismo ao longo da história. No consagrado ensaio escrito em 1933, ao discorrer sobre a arquitetura dos banheiros japoneses, Tanizaki (2007, p. 22-23) aponta a relação entre "a atitude ocidental de ver a latrina como algo deletério, impróprio até para ser citado em público" e a ideia de "que um banheiro ocidental azulejado e com vaso sanitário ligado à rede de água e esgoto é mais higiênico

e fácil de manter", que acabara por impor a adoção de tais elementos modernos no cotidiano japonês, substituindo os tradicionais cômodos compostos por vaso sanitário e fossa, ao invés da construção de propostas híbridas, que se adequem às peculiaridades de uma sociedade distinta.

No que diz respeito ao Brasil, o último Programa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD divulgado pelo IBGE (2016) informa que no ano de 2015, o cenário mais deficiente do saneamento era proveniente da zona rural, em que 43,50% dos moradores tinha fossas rudimentares como sistema de deposição dos resíduos e 10,97% não possuía forma alguma de esgotamento sanitário. Enquanto que na zona urbana, ainda eram verificados índices alarmantes como a utilização de fossas sépticas não ligadas à rede coletora por 13,94% da população, o uso de fossas rudimentares por 10,25% dela, e o fato de 0,57% não possuir tratamento algum.

Os dados provenientes do IBGE (2016) acusam ainda quais das grandes regiões apresentam situações mais agravadas. Conforme exposto na Tabela 1, os piores percentuais estão na zona rural do Nordeste e nas zonas urbanas do Norte e Centro-Oeste do país, enquanto os menos alarmantes, no Sudeste e nas zona rurais do Centro-Oeste e Sul.

Tabela 1 – Situação do esgotamento sanitário no Brasil

Região	Esgotamento sanitário (%)				
	Zona urbana			Zona rural	
	Fossa séptica não ligada à rede coletora	Fossa rudimentar	Não tem	Fossa rudimentar	Não tem
Norte	**32,03**	16,56	**1,25**	11,28	2,95
Nordeste	16,30	14,17	1,02	**12,63**	**4,79**
Centro-Oeste	15,91	**21,66**	0,14	6,25	**0,16**
Sudeste	**2,60**	**2,00**	**0,13**	**2,49**	0,17
Sul	15,87	6,13	0,18	4,80	**0,16**

Fonte: IBGE (2016).

Entre as principais contribuintes para a omissão de saneamento apropriado estão a ausência de conhecimento técnico no nível municipal para implementação das políticas nacionais, a baixa lucratividade proveniente do fornecimento de tratamento sanitários em pequenas comunidades e a discordância por parte das instituições acerca da responsabilidade desses serviços na zona rural, que tende a ficar a cargo da boa vontade dos líderes políticos regionais (KRETER; CARDONA, 2017). O caminho indicado de estudo a ser explorado para tratar essa problemática consiste na aceitação da ideia de que não existe solução singular, visto as peculiaridades de cada região, os diversos agentes e ambientes propícios a serem compreendidos, devendo ser almejadas alternativas organizacionais baseadas no maior fornecimento de serviços de saneamento, o destaque de benefícios que atraiam investimentos de novos setores e a interrelação com a insti-

tuições existentes (ANDERSSON; OTOO; NOLASCO, 2018; KRETER; CARDONA, 2017).

Diante disso, mostra-se necessário o avanço na imposição prática de alternativas tecnológicas que sejam acessíveis, sustentáveis e adaptadas às demandas locais para que ocorra a modificação desse quadro, despontando assim os métodos descentralizados que conceitualmente cumprem tais quesitos. Nesse sentido, pesquisas científicas que esclareçam sobre a viabilidade dessas tecnologias descentralizadas podem servir como ferramenta de sustentação para que tais soluções sejam cada vez mais divulgadas e se traduzam em experiências práticas bem sucedidas.

O passo inicial para construir um trabalho coerente é conhecer sobre os sistemas descentralizados através da literatura científica que diz respeito a eles. É importante considerar que essa atividade é antecedida pela busca por referências e:

> [...] deve partir do pressuposto de que o conhecimento acadêmico está amplamente disperso em uma variedade de publicações, bancos de dados e outras fontes de pesquisa. Tal conhecimento amplamente difundido precisará ser coletado em um processo estruturado para a seleção de estudos com alta relevância acadêmica para o contexto da pesquisa, visando fornecer um quadro teórico robusto (Tasca et al., 2010, p. 633-634, tradução do autor).[1]

Um processo desse tipo foi desenvolvido no Laboratório de Metodologias de Apoio à Decisão Construtivista (LabMCDA) do departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) (ENSSLIN et al., 2010), cuja denominação é ProKnow-C, *Knowledge Development Process Constructivist*. Esse instrumento vem sendo utilizado ao longo dos últimos anos em trabalhos sobre diversos temas (DUTRA et al., 2015; ENSSLIN et al., 2014; FERRO et al., 2016; LACERDA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2014; SARTORI et al., 2014; WAICZYK; ENSSLIN, 2013). Cabe destacar que apesar de servirem como referências para a compreensão da metodologia, nenhum dentre eles fala especificamente sobre esgotamento sanitário descentralizado, justificando a relevância do presente trabalho.

Assim, baseado em agregadores escolhidos pelo pesquisador, a ideia por trás desta investigação é contribuir com a comunidade através da reunião das características de um conjunto relevante de produções científicas sobre o tema e através disso guiar o caminho para construção do conhecimento de demais pesquisadores.

O texto está organizado em cinco seções: a *introdução* informa o problema investigado, a motivação e os objetivos da pesquisa; a *revisão bibliográfica* mostra o que é sabido sobre o tema na literatura; a seção de *método* apresenta os instrumentos de coleta, tabulação e análise dos dados, em *resultados e discussão* expõem-se a interpretação e a análise dos dados coletados conforme os objetivos propostos e a *conclusão* consiste na síntese dos resultados desenvolvidos

[1] [...] must start from the assumption that the academic knowledge is widely dispersed in a variety of publications, databases, and other research sources. This widely spread knowledge will ultimately need to be collected in a structured process for the selection of studies with high academic relevance for the context of the study, in order to provide a robust theoretical framework.

na pesquisa e na contribuição da mesma para o progresso científico. O trabalho está esquematizado de acordo com as orientações presentes na ABNT NBR 14724, que informa os elementos que devem compor uma monografia que intenta servir como trabalho de conclusão de curso (ABNT, 2011).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar publicações científicas sobre gestão de resíduos líquidos através de sistemas descentralizados de esgotamento sanitário no Brasil, a fim de descrever o quadro de publicações sobre o tema no período 2000-2018.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar artigos alinhados com o tema de gestão de efluentes em sistemas descentralizados de esgotamento sanitário, sob o enfoque de seus resultados publicados entre os anos de 2000 e 2018, disponíveis em determinadas plataformas de busca;
- Montar portfólio bibliográfico;
- Analisar as características das publicações;
- Descrever de forma quantitativa os mais destacados artigos, autores, instituições, periódicos e palavras-chave utilizadas.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Esgotamento Descentralizado

A essência de uma solução composta por sistemas descentralizados de esgotamento sanitário é a gestão com tratamento adequado e a disposição dos efluentes nas proximidades do local em que foram gerados. Tomando essa definição, é possível traçar uma linha evolutiva das tecnologias propícias a esses sistemas, que passa pelas fossas desenvolvidas ainda no século XIX pelo francês L.H. Mouras, atravessa o tanque séptico, caracterizado como a principal forma primária de tratamento de esgoto em local, junto aos seus aprimoramentos e ao tanque Imhoff durante o século XX, cuja utilização perdura até hoje em diversas localidades, até chegar nos métodos mais avançados de reúso efetivo e coleta mínima desenvolvidos na contemporaneidade (JANTRANIA; GROSS, 2006; LOFRANO; BROWN, 2010).

Tais sistemas estão voltados ao tratamento de efluentes provenientes do uso doméstico e comercial e dispensam a necessidade de transporte dos resíduos até uma estação central. Entre suas diversas características destacam-se: inclusão de tecnologias alternativas, pequena capacidade de volume para tratamento quando comparados aos sistemas centralizados e utilização em áreas predominantemente suburbanas (USEPA, 2004).

Oliveira Júnior(2013, p. 226) comenta os obstáculos que a adoção da gestão centralizada de saneamento como solução impõe, ao dificultar a “universalização do atendimento por esgoto sanitário às comunidades menos favorecidas”, e que para diversos cenários, é mais cabível a avaliação de medidas de “descentralização do saneamento como incremento na qualidade de serviços sanitários prestados [...] pela relação custo-benefício favorável à adoção desta política". Esse entendimento corrobora o crescimento no estudo de abordagens diferenciadas para solucionar problemas de saneamento.

Conforme indicado por Massoud, Tarhini e Nasr (2009), os desafios para adoção de uma alternativa descentralizada efetiva incluem diversas necessidades em comum com a gestão centralizada tradicional, como a verificação de fatores que afetem a viabilidade econômica, a sustentabilidade ambiental e a aceitabilidade social na hora de determinar a mais apropriada tecnologia para tratamento de esgoto em uma localidade.

Adaptada para o contexto brasileiro, em que os problemas de saneamento básico nos centros urbanos decorrentes do crescimento imobiliário explosivo e da inconsistência na implantação de infraestrutura sanitária correspondente ainda são urgentes, a definição de sistema descentralizado pode variar um pouco. Dentre suas diversas configurações, ele pode ser entendido como a utilização de unidades menores de tratamento de esgoto, com baixos custos de investimento e operação. Assim, uma estação de tratamento que atende especificamente a co-

munidade de um bairro urbano pode ser considerada descentralizada no Brasil, contanto que a população atendida não seja superior a 10 mil habitantes (HOFFMAN et al., 2004; FONSECA, 2008).

Hoffman et al.(2004, p. 721) afirmam que "no saneamento descentralizado não existe uma solução geral, cada sistema tem sua adequação nas situações específicas". Nesse sentido, é relevante considerar diversas alternativas de tecnologias para a definição de um sistema final. A seguir, constam algumas das principais tecnologias verificadas na literatura científica.

Para o tratamento primário, a fossa séptica ou tanque séptico decanto-digestor desponta como uma alternativa bastante vantajosa devido a sua simplicidade e baixos custos. Esse mecanismo utiliza de processos como a sedimentação e flotação em um tanque, no qual ocorre a decantação dos sólidos presentes no esgoto, que passam a ser depositados em seu interior, ocasionando a decomposição da matéria orgânica existente através dos microrganismos anaeróbios. É relevante apontar a necessidade de remoção periódica do lodo que se acumulado no tanque (ANDREOLI et al., 2009; ABNT, 1997).

O filtro anaeróbio é um tipo de alternativa utilizada como pós tratamento de tanques sépticos, sendo um reator biológico preenchido com um material que possua elevado grau de vazios e inerte, de modo a formar um leito de lodo biológico fixo. Esse material serve de suporte para aderência e desenvolvimento de microrganismos que formam uma película na sua superfície, propiciando a remoção de sólidos suspensos de pequenas dimensões e a ação metabólica dos microrganismos do biofilme do lodo retido. Esses filtros podem ter várias configurações e formatos e ter fluxo ascendente, descendente ou horizontal. Além disso, são mais indicados para esgotos solúveis, pois ocorre o risco de entupimento devido à grande quantidade de partículas maiores, provocando a colmatação do leito que pode ser visto como desvantagem do sistema. Entretanto, podem ser destacadas como vantagens do seu uso promover um efluente com baixa concentração de matéria orgânica, produzir baixo volume de lodo e não necessitar de energia para seu funcionamento (ÁVILA, 2005).

Como outras propostas complementares ao tanque séptico, podem ser citadas as valas de infiltração que consiste na percolação do efluente no solo, ocorrendo depuração devido a retenção dos sólidos e a oxidação. O sumidouro, como uma alternativa, é uma unidade de depuração e disposição final do efluente de forma verticalizada em comparação as valas de infiltração. Como solo é utilizado como meio filtrante nas duas soluções, a eficiência de ambos depende das características do solo, como permeabilidade e granulometria. Além disso, ambos sistemas possuem restrições devido a dimensões como comprimento e profundidade das unidades e tolerâncias quanto a sua instalação (ERCOLE, 2003).

De acordo com o trabalho de Hoffman et al. (2004), o filtro percolador é apresentado como uma alternativa viável. A solução compreende um sistema de tratamento em que o esgoto escoa em queda livre através de determinado material, após ser distribuído uniformemente no leito através de braços giratórios. É uma tecnologia bastante simplificada, uma vez que ocorre

majoritariamente pela ação da gravidade, consumindo pouca energia e produzindo pouco lodo. Caso seja usado como componente único, o sistema não propicia desnitrificação e remoção biológica de fósforo.

Wetlands construídos consistem em sistemas que utilizam do potencial de descontaminação dos processos naturais que envolvem vegetação, solo e microrganismos, organizados em uma caixa de plantas, com dreno e vedação. Quando utilizados de maneira adequada no tratamento secundário de esgoto sanitário, apresentam boa remoção de nutrientes, DBO, DQO, amônia e microrganismos patogênicos, não produzem lodo, consomem pouca energia e possuem custos operacionais reduzidos (HOFFMAN et al., 2004; TREIN et al., 2015).

Para tais sistemas, destacam-se os que utilizam de macrófitas aquáticas, os construídos com solos filtrantes e as combinações entre eles. Nos *wetlands* com macrófitas flutuantes, é comum a utilização da espécie *Eicchornia crassipes* (popularmente conhecida como aguapé), caracterizada pelas raízes que adsorvem as partículas sólidas e pela absorção de nutrientes e metais presentes nas águas residuárias. O mecanismo de ação desses sistemas comporta o transporte de oxigênio para a rizosfera, o que acarreta em uma eficiente redução da DBO e no favorecimento da nitrificação microbiológica, caracterizando-os como adequados às etapas de tratamento secundário e terciário de esgoto (BRIX, 1993; SALATI, 2006).

Wetlands com macrófitas emergentes podem ser subclassificados de acordo o fluxo que neles ocorrem: superficial, sub superficial ou vertical. As plantas que servem a esses sistemas são conhecidas popularmente como juncos. O fluxo superficial ocorre em uma lâmina de água de até 40cm, e sua ação depurante consiste na alimentação de microrganismos presentes na superfície dos solos e caules submersos. Para o fluxo sub superficial, é formado um substrato de pedras, no qual estão cultivadas as plantas que fornecem oxigênio aos microrganismos na rizosfera e aprimoramento da condutividade hidráulica, tem como aspecto negativo características não propicias à nitrificação. Enquanto o fluxo vertical proporciona maiores condutividade hidráulica e oxigenação do solo, estimula o processo de nitrificação e a adsorção de fósforo, apresentando bons valores para os parâmetros de remoção esperados (BRIX, 1993; SALATI, 2006).

Os sistemas de *wetlands* construídos com solos filtrantes são configurados através da sobreposição de camadas de pedrisco, brita e solo cultivado com arroz. O meio filtrante pode ser constituído de material com granulometria mais fina, como areia e latossolo, em substituição à combinação de pedrisco e brita, a fim de aprimorar o processo. A depuração dos resíduos líquidos nesses sistemas é proporcionada através dos processos de mineralização microbiana e acúmulo da matéria orgânica no solo, servindo para a filtragem em fluxo ascendente ou descendente. No entanto, é necessário um controle na taxa de esgoto aplicada nesse tipo de sistema, uma vez o aumento demasiado pode acarretar na inibição da atividade microbiana e comprometer a eficiência do tratamento. A adição de vermiculita expandida e fibras é recomendável para correção de solos com condutividade hidráulica e capacidade de troca catiônica deficientes

(SALATI, 2006; SILVA; BERNARDES; RAMOS, 2015).

Também é possível notar o reator sequencial por batelada (RSB), que funciona através de etapas semelhantes às que compõem o processo de lodo ativado, porém de forma compacta, em um único tanque, tecnologia que se mostra vantajosa devido às possibilidades de regulação do processo. Por outro lado, a necessidade de automação, aeração e capacidade reservatória, que elevam os custos de instalação e operação, pode configurar fatores limitantes (HOFFMAN et al., 2004).

Os canteiros de evapotranspiração apresentados pela ABNT NBR 13969 são outras opções úteis para utilização como ferramentas de tratamento complementar de efluentes, principalmente para locais com baixa capacidade de infiltração do solo. Eles devem ser cobertos com plantas de raízes superficiais em local com ventilação e insolação abundantes. O principal ponto atrativo é o consideravelmente baixo custo de instalação (ABNT, 1997).

Um breve panorama sobre o tema ao redor do mundo apresenta o pioneirismo alemão nas experimentações com *wetlands* construídos a partir da década de 1950, que logo se expandiu para o restante da Europa (VYMAZAL, 2010). Atualmente, diversas partes do continente contam com forte tendência para adoção de soluções desse tipo. A Alemanha é notória por muitos fatores positivos, como as diversas iniciativas acadêmicas que têm lançado projetos-pilotos focados na separação dos resíduos líquidos, a utilização de reatores de membrana para tratamento de esgoto em pequena escala, as diretrizes provenientes do conhecimento ampliado sobre esgoto nas últimas décadas, entre outros. Parte considerável desses projetos é replicada em nações próximas com bons indicadores de saneamento, como: Áustria, Bélgica, Dinamarca, Luxemburgo, Suécia e Suíça, que compartilham de alguns desses programas. Outro país com grande contribuição à construção do acervo técnico sobre o assunto é a Holanda, principalmente devido aos incentivos da Fundação Holandesa para Pesquisa Aplicada à Água (STOWA), à ampla aplicação dos *wetlands* construídos no seu território e a projetos esquematizados de reúso de efluentes como o da cidade de Tilburg (BIXIO et al., 2006; HABERL; PERFLER; MAYER, 1995; LARSEN et al., 2009).

Ainda para ressaltar a relevância nesse estudo, cabe indicar que nos Estados Unidos, alinhada a ênfase no reúso como caminho a ser seguido pro futuro, processos descentralizados previamente populares durante o século XIX têm ressurgido na forma de alternativas aprimoradas viáveis, resultante da inovação desenvolvida a partir do melhor entendimento dos processos fundamentais de tratamento, a exemplo dos *wetlands* naturais dando lugar a sistemas construídos avançados de fluxo superficial, e das fossas rudimentares sendo substituídas por tanques sépticos funcionais, que atendem grande parte da população estadunidense (BURIAN et al., 2000; MASSOUD; TARHINI; NASR, 2009; VYMAZAL, 2010). Outros destaques na ampla adoção de tecnologias comuns aos EUA são Austrália, Canadá, Colômbia, Grécia, Itália e Turquia (LIBRALATO; GHIRARDINI; AVEZZÙ, 2012; MASSOUD; TARHINI; NASR, 2009). Enquanto que Reino Unido e Japão encontram-se em certo nível de vanguarda quanto à utili-

zação residencial e comercial de processos descentralizados diversificados (BIXIO et al., 2006; LIBRALATO; GHIRARDINI; AVEZZÙ, 2012; VYMAZAL, 2010).

2.2 Bibliometria

Conforme proposto por Pritchard et al. (1969), a bibliometria como tópico da Ciência da Informação significa a aplicação de métodos matemáticos e estatísticos em um estudo que busque quantificar os processos que conduzem determinados aspectos da comunicação escrita, comumente através da análise de citações e resumos de periódicos.

Nesse sentido, ao analisar variáveis como autor, título e ano de publicação de trabalhos mais citados, e ao considerar que documentos importantes são mais referenciados e os sem importância, ignorados ao longo do tempo, é possível afirmar que a bibliometria mostra-se uma ferramenta útil para identificar diversos padrões na produção científica: autores mais produtivos, instituições mais produtivas, composição da frente de pesquisa de determinada área, idade média e obsolescência da literatura (ARAÚJO, 2006; BRAGA, 1973; FORESTI, 1990).

A frente de pesquisa de um determinado tema pode ser entendida como o acervo proveniente da contagem de citações da literatura recente, consistindo nos documentos mais citados dessa seleção, que neste trabalho corresponde à parte integrante do portfólio bibliográfico final. Essa frente é estabelecida a partir de um objetivo previamente traçado e a respectiva delimitação de um período de tempo, sendo valiosa por retratar fielmente o que de importante vem sendo discutido sobre um assunto e representar as tendências de estudo, mesmo sendo apenas uma fração da produção total (ARAÚJO, 2006; BRAGA, 1973).

A combinação das ferramentas de estudo bibliométrico, que dentre diversas incluem contagem de trabalhos por nacionalidade, por instituição de origem, por autoria, contagem de citações e cocitações, possibilita a medição mais detalhada da produtividade e qualidade científica. Sua aplicação serve também para compreender o estado atual da ciência no que tange ao desenvolvimento de assuntos específicos, às motivações e redes de trabalho dos pesquisadores, e aos periódicos que compõem o cerne de uma disciplina (OKUBO, 1997).

Para atingir esses objetivos em comum almejados na bibliometria, utiliza-se de indicadores que parametrizam a produção científica através de suas variáveis, abrangendo desde medidas quantitativas absolutas, relações e possíveis interações entre as atividades científicas até análises multidimensionais mais rebuscadas (OKUBO, 1997). Os principais indicadores estão apresentados na Tabela 2.

Visto que cada indicador apresenta determinada aplicação em que suas vantagens despontam, é realçada a importância de considerar a combinação dessas ferramentas na construção da análise bibliométrica, a fim de que elas se complementem e proporcionem resultados mais abundantes. Apesar das possíveis contradições que possam surgir dela e das inerentes limitações

de seus componentes, tal metodologia fornece informações úteis para estabelecer uma medição quantitativa majoritariamente objetiva do material científico publicado (OKUBO, 1997).

Soares, Picolli e Casagrande (2018) ressaltam os pontos destacados anteriormente, ao mostrar que para diferenciar de maneira efetiva uma pesquisa bibliométrica das demais formas de revisões literárias, a exemplo da revisão bibliográfica, artigo de revisão e ensaio teórico, cabe observar a presença de suas duas principais características: o processo sistemático de medição presente na sua metodologia e a análise rigorosamente quantitativa nos seus resultados.

Okubo (1997, p. 20, tradução do autor) diz ainda que "a análise deve incorporar também o maior volume possível de dados, de modo que permita a compensação estatística para qualquer enviesamento que possa afetar uma pequena entidade tomada separadamente." [1] Para incorporar tais dados, toma-se em conta a utilização de maneira complementar das bases de dados disponíveis, por apresentarem divergências principalmente em suas coberturas temáticas e temporais, assim estabelecendo uma exploração necessariamente ampla dos conteúdos presentes nelas (LOPES et al., 2012).

Autores brasileiros em diversas áreas têm usado alguns dos indicadores bibliométricos em suas pesquisas, pondo sob análise a produção científica de temas como construção civil (CÂNDIDO; BARRETO; BARROS NETO, 2014), gestão de processos (KNOFF et al., 2014), recursos hídricos (CERQUEIRA et al., 2016), desenvolvimento sustentável (AFONSO et al., 2011) e eficiência energética (ENSSLIN et al., 2014).

[1] "Analysis should also incorporate as large a volume of data as possible, so as to allow statistical compensation for any bias that might affect each small entity taken separately."

Tabela 2 – Indicadores bibliométricos

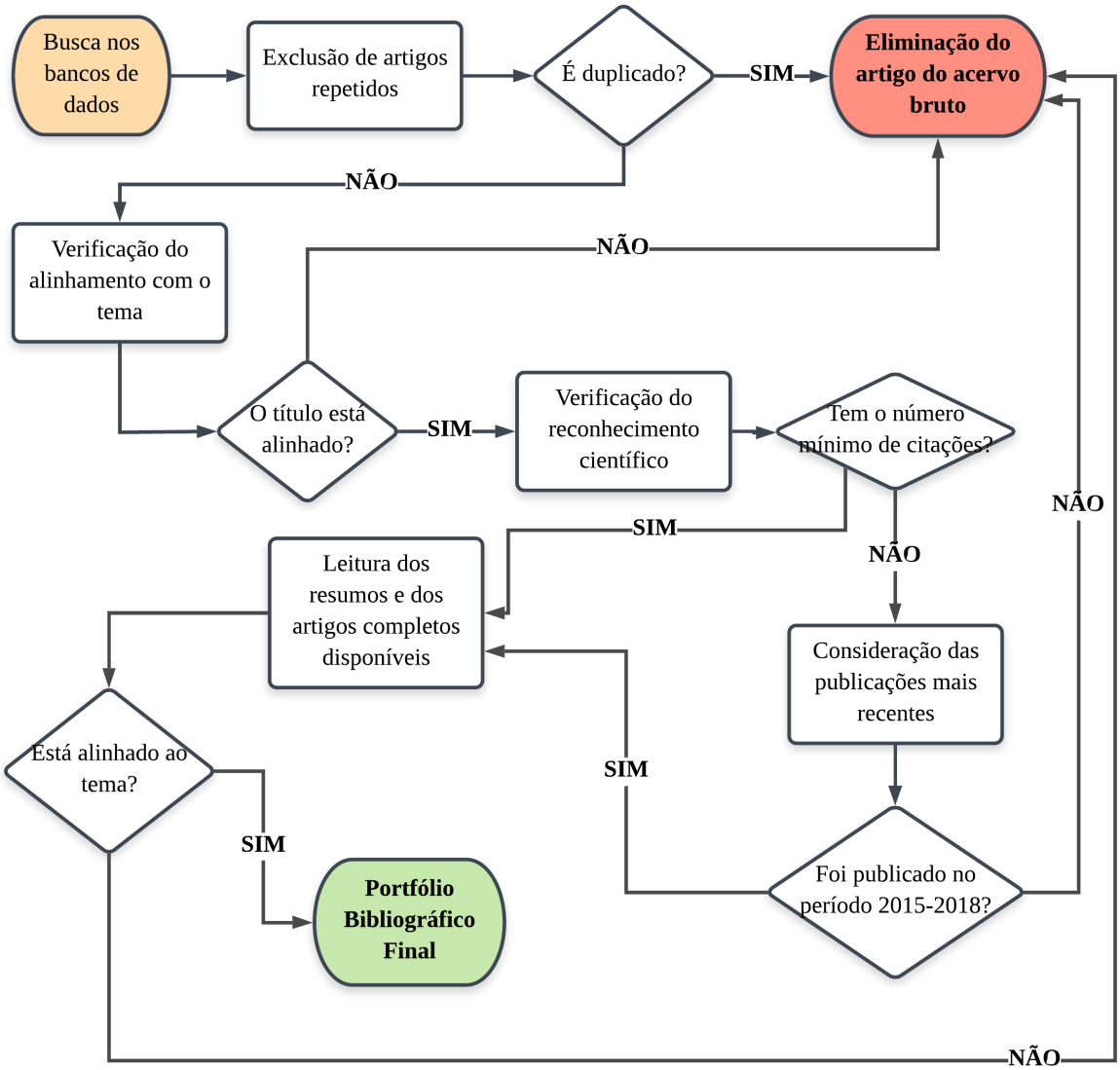
Indicador	Definição	Utilização	Limitação
Número de artigos	Mede a produção científica através da contagem de trabalhos.	Análise simplista e aproximada da produtividade de um autor, instituição, etc.	Não leva em conta a qualidade do trabalho, coautoria impossibilita definir a contribuição de cada parte.
Número de citações	Mede o impacto na comunidade científica de um trabalho.	Interrelação entre os campos científicos, utilidade, reconhecimento e validade de pesquisa.	Difícil definir motivos para ocorrência de citações. Predileção por determinadas obras exagera a influência delas.
Número de coautores	Mede o nível de cooperação entre autores.	Investigação do volume de pesquisa feita de forma colaborativa.	Diversidade nos métodos de contagem, ponderação da contribuição de cada autor.
Cocitações	Mede o volume de trabalhos citados simultaneamente em uma pesquisa.	Identificação e descrição de tópicos de pesquisa similares, tendências e interrelações dentro de um tema.	Restrita à análise da literatura científica.
Copublicações	Mede a cooperação entre instituições e países em pesquisas conjuntas.	Evidenciação de principais parcerias e redes científicas.	Diversidade nos métodos de contagem.
Concomitância de termos	Mede a frequência em que duas palavras são usadas simultaneamente.	Descrição dos conceitos comumente utilizados entre pesquisadores, representação dos temas mais estudados.	Demasiada importância na interpretação dos dados. Ausência de análise sistemática.
Índice de afinidade	Mede a taxa de trocas científicas através de citações.	Visualização da relação entre diferentes comunidades científicas, identificação de desequilíbrio nas trocas.	Necessário fluxo considerável de cooperações, serve melhor quando as partes têm volumes parecidos.
Laços científicos	Mede o impacto de redes científicas entre diferentes instituições.	Interação entre redes de trabalho.	Cobertura das bases de dados.

Fonte: Adaptada de Okubo (1997).

3 Método de Trabalho

O método de trabalho adotado para elaboração do presente trabalho foi o processo de revisão bibliométrica conhecido como ProKnow-C (*Knowledge Development Process - Construtivist*), conforme apresentado por Ensslin et al. (2014), constituído pelas etapas descritas a seguir. O fluxograma da Figura 1 ilustra a síntese das etapas desse processo.

Figura 1 – Fluxograma de seleção dos artigos para construção do portfólio



Fonte: Adaptada de Ensslin et al. (2014).

3.1 Investigação Preliminar

3.1.1 Definição das palavras-chave

As palavras-chave são estipuladas com base no tema esgotamento sanitário descentralizado. Para tal, foi considerado como ponto de partida o acervo de palavras-chave presentes nos trabalhos que compõem o referencial teórico do relatório *Sistemas Descentralizados de Esgotamento Sanitário no Bairro Jabotiana* elaborado por Silva Netto (2018). Tendo em vista o maior alcance proveniente da busca através de termos em inglês, principalmente em bases de dados internacionais, foram listadas as versões traduzidas para esse idioma das palavras-chave que estavam em português, advindas do referencial nacional. A utilização das palavras em inglês é justificada pela presença delas tanto nos periódicos nacionais quanto internacionais, através das *keywords* apresentadas junto ao *abstract* de cada trabalho científico, com esse delineamento objetiva-se agregar aos resultados de busca a produção brasileira que foi publicada em diversos países.

A partir disso, somadas às expressões que já estavam originalmente em inglês, obteve-se um total de 17 palavras escolhidas para guiar a busca nos bancos de dados, justificadas por sua relação em algum nível com o tema: corresponder a ele diretamente, tratar de uma temática que o englobe ou conter uma tecnologia que esteja enquadrada como ferramenta estudada nele. Ao que foi feito uma análise mais apurada, observou-se que 7 delas mostravam-se redundantes por englobar alguma outra da lista ou não possuírem especificidade valiosa.

Diante disso, o acervo resultante contém 10 expressões distintas para pesquisa, o resumo desse processo está apresentado no Quadro 1 e no Quadro 2. Cabe ressaltar que a forma que as palavras-chave foram usadas para pesquisa variou de acordo com a sua composição: para as compostas por 2 termos, utilizou-se de aspas para restringir os resultados aos trabalhos em que a palavra aparecia em sua completude, enquanto que para as compostas por 3 termos, não foram utilizadas aspas, o que significou a aceitação de resultados que contêm as possíveis combinações provenientes do cruzamento desses termos.

Quadro 1 – Palavras-chave excluídas

Palavras-chave	**Justificativa de exclusão**
Alternative domestic wastewater treatment; Decentralized wastewater planning	Redundância
Decentralized management; Decentralized planning; Decentralized systems; Domestic wastewater; On-site system	Abrangência demasiada

Fonte: Elaborado pelo autor.

As *strings* de busca moldadas para cada base estão exemplificadas no Quadro 3, elas são provenientes da combinação dos termos que compõem as palavras-chave listadas no Quadro 2 .

Quadro 2 – Palavras-chave para pesquisa

Palavras-chave	**Alinhamento ao tema pesquisado**
Decentralized wastewater management; Decentralized wastewater system; Decentralized wastewater treatment; On-site wastewater	Combinações que significam diretamente esgotamento descentralizado
Alternative wastewater treatment; Comprehensive wastewater management; Ecological sanitation	Temáticas que englobam sistemas descentralizados
Constructed wetlands; Septic tank; Trickling filter	Tecnologias populares no estudo da descentralização no Brasil

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 3 – Strings de busca para pesquisa

Condição	**Scopus**	**Web of Science**	**ProQuest**	**ScieELO**
Composta por três termos:	key(palavra-chave) AND pubyear > 1999 AND pubyear < 2019 AND doctype(ar) AND affilcountry(brazil)	ts=(palavra-chave) AND cu=Brazil AND py=(2000-2018) AND tipos de documento: (Article)	if(palavra-chave) AND pd(2000-2018) AND loc(brazil) AND dtype(article)	(palavra-chave) AND year_cluster:("2018" OR "2017" OR "2016" OR "2015" OR "2014" OR "2013" OR "2012" OR "2011" OR "2010" OR "2009" OR "2008" OR "2007" OR "2006" OR "2005" OR "2004" OR "2003 "OR" 2002" OR "2001" OR "2000") AND type:("research-article") AND in:("scl")
Composta por dois termos:	key("palavra-chave") AND pubyear > 1999 AND pubyear < 2019 AND doctype(ar) AND affilcountry(brazil)	ts=("palavra-chave") AND cu=Brazil AND py=(2000-2018) AND tipos de documento: (Article)	if("palavra-chave") AND pd(2000-2018) AND loc(brazil) AND dtype(article)	("palavra-chave") AND year_cluster:("2018" OR "2017" OR "2016" OR "2015" OR "2014" OR "2013" OR "2012" OR "2011" OR "2010" OR "2009" OR "2008" OR "2007" OR "2006" OR "2005" OR "2004" OR "2003 "OR" 2002" OR "2001" OR "2000") AND type:("research-article") AND in:("scl")

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.1.2 Identificação dos bancos de dados

A partir do que se encontra disponível no portal de periódicos da CAPES, foram selecionadas as bases de dados internacionais Scopus®, *Web of Science*® e ProQuest®. As duas primeiras devido às suas complementares coberturas temporais, regionais e temáticas, tendo grande popularidade no que tange à montagem de arsenal teórico baseado em revistas de ciência e tecnologia, e a terceira devido à sua possível colaboração tendo em vista os periódicos de engenharia ambiental disponíveis em seu acervo. Para tornar a busca ainda mais representativa, foi decidido adotar ao processo também uma base de origem brasileira, a SciELO®, que é de acesso livre.

3.2 Seleção dos artigos

3.2.1 Realização da busca nos bancos de dados utilizando as strings de busca

Tabela 3 – Resultado da busca nas bases a partir de palavras-chave

Palavra-chave	**Quantidade de Artigos**				
	Scopus	**Web of Science**	**ProQuest**	**SciELO**	**Total**
Decentralized wastewater management	7	2	0	0	9
Decentralized wastewater system	10	23	0	1	34
Decentralized wastewater treatment	17	5	2	2	26
On-site wastewater	2	4	0	4	10
Alternative wastewater treatment	39	306	0	75	420
Comprehensive wastewater management	1	2	0	1	4
Ecological sanitation	3	4	1	24	32
Constructed wetlands	107	126	10	44	287
Septic Tank	30	41	1	17	89
Trickling Filter	23	28	4	5	60
Total	239	541	18	173	**971**

Fonte: Elaborada pelo autor.

As palavras-chave previamente determinadas serviram como dados de entrada para as buscas, que foram efetuadas considerando a restrição de afiliação ao Brasil das publicações do

tipo artigo e a limitação do período entre 2000 e 2018.

Conforme as quantidades detalhadas do resultado exibidas na Tabela 3, organizadas pelo que cada base de dados apresentou, a partir dessa busca foram obtidos 971 trabalhos.

3.2.2 Exclusão de artigos repetidos

Devido à utilização de diversas palavras-chave em cada trabalho e à possibilidade de bases diferentes possuírem artigos em comuns entre seus arsenais científicos, buscas distintas podem resultar em resultados iguais, acarretando na repetição de trabalhos no portfólio bibliográfico, o que deve ser corrigido para não comprometer a validade da amostra formada. Seguindo esse pressuposto, foi realizada a importação das referências pesquisadas para a ferramenta JabRef® (ALVER et al., 2003), com a qual se pode identificar e excluir quais dos 971 trabalhos constavam na lista mais de uma vez.

Após essa ação, o portfólio passou a contar com 602 artigos únicos.

3.2.3 Verificação do alinhamento com o tema de pesquisa

A atividade consiste na leitura dos títulos dos 602 artigos não repetidos encontrados e dos respectivos títulos das revistas em que eles foram publicados, a fim de remover os artigos que, apesar de conter palavras-chave buscadas, não dizem respeito ao tema em questão. O alinhamento ao tema pesquisado aqui é feito a partir da consideração de que o trabalho deve aparentar tratar sobre alternativas acessíveis de esgotamento sanitário, formas de tratamento que ocorram próximas ao local de coleta de esgoto ou demais propostas que visem traçar caminhos para estabelecer saneamento sustentável.

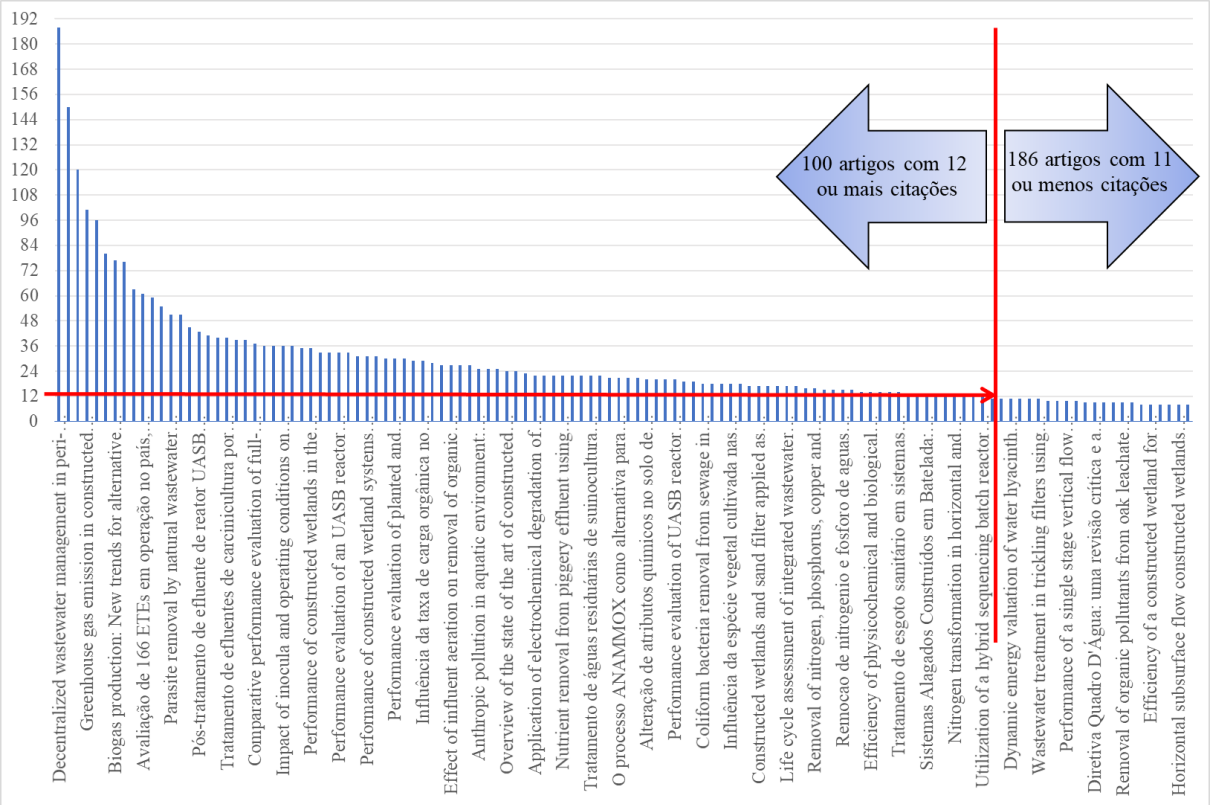
A partir dessa análise, 286 referências continuaram a compor o portfólio.

3.2.4 Verificação do reconhecimento científico das publicações

Através do Google Acadêmico (GOOGLE, 2004), foi realizada a busca de cada uma das 286 referências consideradas alinhadas ao tema, a fim de identificar o número de citações recebidas por cada uma delas. Em seguida, foram listadas em ordem decrescente desse critério.

O número de citações considerado para critério de corte representa a seleção das mais citadas até que seu somatório represente um percentual superior a 85% do montante total de citações dos 286 artigos, que corresponde ao valor de 3800, esse processo de filtragem trabalha de forma análoga ao procedimento conhecido como curva ABC. Assim, entre os artigos organizados em ordem decrescente que juntos correspondem a 3230 citações, ou seja, 85% do total, é 12 o valor encontrado para o último da lista, sendo este o ponto limítrofe para que o trabalho seja avaliado como reconhecido cientificamente. A partir disso, 100 artigos foram aprovados de acordo com o número de citações, conforme observado na Figura 2.

Figura 2 – Representação do ponto de corte para avaliação do reconhecimento científico



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2.5 Avaliação dos artigos menos citados pelo critério de atualidade e verificação do alinhamento das publicações pela leitura dos resumos

A atividade consiste na leitura dos resumos das 100 referências julgadas como cientificamente relevantes, além das 114 que, apesar de não possuírem o número mínimo de citações para pertencerem ao acervo, foram publicadas no ano de 2015 ou após, sendo assim considerado que a falta de reconhecimento nesses casos pode ser justificada por não estarem disponíveis pelo período de tempo necessário para serem citadas.

Para o trabalho permanecer no banco de artigos a partir desse filtro, seu resumo deve conter informações que tratem diretamente a questão da descentralização no tratamento sanitário de esgoto. Essa etapa acarretou no descarte de 130 artigos tidos como desalinhados ao tema de pesquisa, permanecendo então 84 no processo.

3.3 Análise Bibliométrica

Estabelecido o portfólio definitivo de artigos, a etapa seguinte consiste na análise dos dados numéricos do material selecionado. Para tal, as informações bibliométricas foram organizadas em planilhas do Excel®, resumidas e agrupadas através de tabelas dinâmicas, plataforma em

que também foram gerados gráficos com os dados trabalhados. Além disso, também foi utilizado o software VOSviewer® para apresentar as informações finais de maneira gráfica. No presente trabalho, busca-se a avaliação quanto à relevância de periódicos, autores e instituições, palavras-chave mais utilizadas e reconhecimento científico. Para obtenção de tais resultados, adota-se os seguintes indicadores bibliométricos exibidos por Okubo (1997), conforme informação da Tabela 2:

- Número de artigos, através da medição da produção científica presente no portfólio, agrupada por autor, instituição de origem, periódico e ano de publicação;
- Número de citações, através da medição de citações recebidas pelos artigos agrupados por autor e instituição de origem;
- Copublicações, através da medição da frequência de cooperação entre autores em pesquisas conjuntas;
- Concomitância de termos, através da medição da frequência em que palavras-chave compostas estão presentes no acervo.

4 Resultados e Discussão

4.1 Portfólio Bibliográfico

Os 84 artigos científicos, para os quais a análise bibliométrica foi executada, compõem o portfólio que consta no Quadro 4.

Quadro 4 – Portfólio bibliográfico

#	**Artigo**
1	ALDERSON, M.P.; SANTOS, A.B. dos; MOTA FILHO, C.R. Reliability analysis of low-cost, full-scale domestic wastewater treatment plants for reuse in aquaculture and agriculture. Ecological Engineering, 2015, vol. 82, p. 6–14.
2	ANDERSSON, K.; OTOO, M.; NOLASCO, M. Innovative sanitation approaches could address multiple development challenges. Water Science and Technology, 2018, vol. 77, no. 4, p. 855–858.
3	AVELAR, F.F.; DE MATOS, A.T.; DE MATOS, M.P.; BORGES, A.C. Coliform bacteria removal from sewage in constructed wetlands planted with Mentha aquatica. Environmental Technology (United Kingdom), 2014, vol. 35, no. 16, p. 2095–2103.
4	BASTOS, R.K.X.; CALIJURI, M.L.; BEVILACQUA, P.D.; RIOS, E.N.; DIAS, E.H.O.; CAPELETE, B.C.; MAGALHÃES, T.B. Post-treatment of UASB reactor effluent in waste stabilization ponds and in horizontal flow constructed wetlands: A comparative study in pilot scale in Southeast Brazil. [S.l.: s.n.], vol. 61, p. 995–1002.
5	BERNARDES, F.S.; DE OLIVEIRA DINIZ, R.C.; ARAÚJO, J.C.; PAULO, P.L. Studies of filter media for zero-discharge systems collecting light greywater. Environmental Technology (United Kingdom), 2017, vol. 38, no. 17, p. 2173–2184.
6	BRAGA, A.F.M.; PEREIRA, M.B.O.C.; ZAIAT, M.; SILVA, G.H.R. da; FERMOSO, F.G. Screening of trace metal supplementation for black water anaerobic digestion. Environmental Technology (United Kingdom), 2018, vol. 39, no. 14, p. 1776–1785.
7	BRASIL, Mozart da Silva; DE MATOS, Antonio Teixeira. Avaliação de aspectos hidráulicos e hidrológicos de sistemas alagados construídos de fluxo subsuperficial. Engenharia Sanitaria e Ambiental, 2008, vol. 13, no. 3, p. 323–328.
8	BRASIL, Mozart da Silva; DE MATOS, Antonio Teixeira; SOARES, Antônio Alves. Plantio e desempenho fenológico da taboa (Typha sp.) utilizada no tratamento de esgoto doméstico em sistema alagado construído. Engenharia Sanitaria e Ambiental, 2007, vol. 12, no. 3, p. 266–272.

9	BRESSANI-RIBEIRO, T.; ALMEIDA, P.G.S.; VOLCKE, E.I.P.; CHERNICHARO, C.A.L. Trickling filters following anaerobic sewage treatment: state of the art and perspectives. Environmental Science: Water Research and Technology, 2018, vol. 4, no. 11, p. 1721–1738.
10	BRESSANI-RIBEIRO, T.; BRANDT, E.M.F.; GUTIERREZ, K.G.; DÍAZ, C.A.; GARCIA, G.B.; CHERNICHARO, C.A.L. Potential of resource recovery in UASB/trickling filter systems treating domestic sewage in developing countries. Water Science and Technology, 2017, vol. 75, no. 7, p. 1659–1666.
11	BUNDSCHUH, J.; LITTER, M.; CIMINELLI, V.S.T.; MORGADA, M.E.; CORNEJO, L.; HOYOS, S.G.; HOINKIS, J.; ALARCÓN-HERRERA, M.T.; ARMIENTA, M.A.; BHATTACHARYA, P. Emerging mitigation needs and sustainable options for solving the arsenic problems of rural and isolated urban areas in Latin America - A critical analysis. Water Research, 2010, vol. 44, no. 19, p. 5828–5845.
12	CARDONA, J A; SEGOVIA, O C; BÖTTGER, S; Medellin Castillo, N A; CAVALLO, L; RIBEIRO, I E; SCHLÜTER, S. Reuse-oriented decentralized wastewater and sewage sludge treatment for rural settlements in brazil: A costâbenefit analysis. Desalination and Water Treatment, 2017, vol. 91, p. 82–92.
13	CHERNICHARO, C.A.L.; ALMEIDA, P.G.S. Feasibility of UASB/trickling filter systems without final clarifiers for the treatment of domestic wastewater in small communities in Brazil. Water Science and Technology, 2011, vol. 64, no. 6, p. 1347–1354.
14	CHERNICHARO, C A L; NASCIMENTO, M C P. Feasibility of a pilot-scale UASB/trickling filter system for domestic sewage treatment. Water Science and Technology, 2001, vol. 44, no. 4, p. 221–228.
15	COELHO, A.L.S.S.; DO NASCIMENTO, M.B.H.; CAVALCANTI, P.F.F.; VAN HANDEEL, A.C. The UASB reactor as an alternative for the septic tank for on-site sewage treatment. [S.l.: s.n.], vol. 48, p. 221–226.
16	COSTA, Cinthia Cabral da; GUILHOTO, Joaquim José Martins. Saneamento rural no Brasil: impacto da fossa séptica biodigestora. Engenharia Sanitaria e Ambiental, 2014, vol. 19, no. spe, p. 51–60.
17	COSTA, Jocilene Ferreira; PAOLI, André Oliveira De; VON SPERLING, Marcos; SEIDL, Martin. Avaliação do desempenho de sistemas alagados construídos de escoamento horizontal subsuperficial tratando efluente de reator UASB, com base em quatro anos de monitoramento. Engenharia Sanitaria e Ambiental, 2018, vol. 23, no. 1, p. 191–200.

18	COTA, R.S.; VON SPERLING, M.; PENIDO, R.C.S. Tracer studies and hydraulic behaviour of planted and un-planted vertical-flow constructed wetlands. Water Science and Technology, 2011, vol. 64, no. 5, p. 1056–1063.
19	COUTO, E.D.A.D.; CALIJURI, M L; ASSEMANY, P P; SANTIAGO, A D F; LOPES, L S. Greywater treatment in airports using anaerobic filter followed by UV disinfection: An efficient and low cost alternative. Journal of Cleaner Production, 2015, vol. 106, p. 372–379.
20	CRUZ, Luana Mattos de Oliveira; TONETTI, Adriano Luiz; GOMES, Bianca Graziella Lento Araujo. Association of septic tank and sand filter for wastewater treatment: full-scale feasibility for decentralized sanitation. Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development, 2018, vol. 8, no. 2, p. 268–277.
21	CURIA, A.C.; KOPPE, J.C.; COSTA, J.F.C.L.; FÉRIS, L.A.; GERBER, W.D. Application of pilot-scale constructed wetland as tertiary treatment system of wastewater for phosphorus and nitrogen removal. Water, Air, and Soil Pollution, 2011, vol. 218, no. 1-4, p. 131–143.
22	DA COSTA, R.H.R.; SOUTO, V.S.; PRELHAZ, A.T.S.; NETO, L.G.L.; WOLFF, D.B. Utilization of a hybrid sequencing batch reactor (HSBR) as a decentralized system of domestic wastewater treatment. [S.l.: s.n.], vol. 57. 1951–1956 p.
23	DA MOTTA MARQUES, D.M.L.; LEITE, G.R.; GIOVANNINI, S.G.T. Performance of two macrophyte species in experimental wetlands receiving variable loads of anaerobically treated municipal wastewater. [S.l.: s.n.], vol. 44. 311–316 p.
24	DE ALMEIDA, P.G.S.; CHERNICHARO, C.A.L.; SOUZA, C.L Development of compact UASB/trickling filter systems for treating domestic wastewater in small communities in Brazil. [S.l.: s.n.], vol. 59. 1431–1439 p.
25	DE CARVALHO, O.; RODRIGUES, M.V.C.; NONAKA, F.M.; MACHIONI, M.A. Nitrogen Removal in a Partially Saturated Vertical Subsurface Flow Constructed Wetland Used for Restaurant Wastewater Treatment. Journal of Environmental Engineering (United States), 2018, vol. 144, no. 7.
26	DE SIMONE SOUZA, H.H.; PAULO, P.L.; BONCZ, M.A. A constructed wetland system for residential greywater reuse: Economic feasibility of, and willingness to pay for. Desalination and Water Treatment, 2017, vol. 91, p. 336–348.
27	DECEZARO, S.T.; WOLFF, D.B.; ARAÚJO, R.K.; FACCENDA, H.B.; PERONDI, T.; SEZERINO, P.H. Vertical flow constructed wetland planted with Heliconia psittacorum used as decentralized post-treatment of anaerobic effluent in Southern Brazil. Journal of Environmental Science and Health - Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering, 2018.

28	DORNELAS, F.L.; MACHADO, M.B.; VON SPERLING, M. Performance evaluation of planted and unplanted subsurface-flow constructed wetlands for the post-treatment of UASB reactor effluents. [S.l.: s.n.], vol. 60. 3025–3033 p.
29	DO SANTOS, S.L.; DE OLIVEIRA SIMÕES, J.P.; PAIVA, F.V.; VAN HAANDEL, A. 2017. Design optimization of a simple, single family, anaerobic sewage treatment system. Water Practice and Technology, 2017, vol. 12, no. 1, p. 55–71.
30	FERNANDES, H.; ANTONIO, R.V.; DA COSTA, R.H.R. 2016. Investigation of full-scale step-fed SBR under low dissolved oxygen: Performance and microbial community response. Water Quality Research Journal of Canada, 2016, vol. 51, no. 2, p. 141–152.
31	FERNANDES, H; JUNGLES, M K; HOFFMANN, H; ANTONIO, R V; COSTA, R H R. Full-scale sequencing batch reactor (SBR) for domestic wastewater: Performance and diversity of microbial communities. Bioresource Technology, 2013, vol. 132, p. 262–268.
32	FILHO, F.J.C.M.; SOBRINHO, T.A.; STEFFEN, J.L.; ARIAS, C.A.; PAULO, P.L. Hydraulic and hydrological aspects of an evapotranspiration-constructed wetland combined system for household greywater treatment. Journal of Environmental Science and Health - Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering, 2018, vol. 53, no. 6, p. 493–500.
33	FORGIARINI, F.R.; RIZZI, E.S. Eficiência de diferentes macrófitas na remoção da matéria orgânica biodegradável em "wetland" construído de fluxo vertical em clima subtropical. Ciência & Engenharia, 2016, vol. 25, no. 2, p. 79–86.
34	GARCÍA ZUMALACARREGUI, J.A.; VON SPERLING, M. Performance of the first stage of the French system of vertical flow constructed wetlands with only two units in parallel: Influence of pulse time and instantaneous hydraulic loading rate. Water Science and Technology, 2018, vol. 78, no. 4, p. 848–859.
35	HORN, T.B.; ZERWES, F.V.; KIST, L.T.; MACHADO, E.L. Constructed wetland and photocatalytic ozonation for university sewage treatment. Ecological Engineering, 2014, vol. 63, p. 134–141.
36	KRETER, K; CARDONA, J A. Steps towards implementing decentralized rural sanitation solutions: an institutional assessment of the Brazilian sanitation sector. Water Practice and Technology, 2017, vol. 12, no. 2, p. 363–371.
37	LAMAS, W.Q.; SILVEIRA, J.L.; GIACAGLIA, G.E.O.; REIS, L.O.M. Development of a methodology for cost determination of wastewater treatment based on functional diagram. Applied Thermal Engineering, 2009, vol. 29, no. 10, p. 2061–2071.

38	LIMA, M.X.; CARVALHO, K.Q.; PASSIG, F.H.; BORGES, A.C.; FILIPPE, T.C.; AZEVEDO, J.C.R.; NAGALLI, A. Performance of different substrates in constructed wetlands planted with E. crassipes treating low-strength sewage under subtropical conditions. Science of the Total Environment, 2018, vol. 630, p. 1365–1373.
39	LUTTERBECK, C.A.; KIST, L.T.; LOPEZ, D.R.; ZERWES, F.V.; MACHADO, E.L. Life cycle assessment of integrated wastewater treatment systems with constructed wetlands in rural areas. Journal of Cleaner Production, 2017, vol. 148, p. 527–536.
40	LUTTERBECK, C.A.; ZERWES, F.V.; RADTKE, J.F.; KÖHLER, A.; KIST, L.T.; MACHADO, Ê.L. Integrated system with constructed wetlands for the treatment of domestic wastewaters generated at a rural property â Evaluation of general parameters ecotoxicity and cytogenetics. Ecological Engineering, 2018, vol. 115, p. 1–8.
41	MACHADO, A.I.; BERETTA, M.; FRAGOSO, R.; DUARTE, E. Overview of the state of the art of constructed wetlands for decentralized wastewater management in Brazil. Journal of Environmental Management, 2017, vol. 187, p. 560–570.
42	MACHADO, E.L.; LOURENÇO, A.M.; KIST, L.T.; SCHNEIDER, R.C.S.; KERN, D.; LOBO, E.A.A.; LUTTERBECK, C.A.; SILVEIRA, D.D.; HORN, T.B.; ZERWES, F.V. Constructed Wetlands Integrated with Advanced Oxidation Processes in Wastewater Treatment for Reuse. [S.l.: s.n.], vol. 45. 197–222 p.
43	MAGALHÃES, Taína Martins; TONETTI, Adriano Luiz; BUENO, Daniel Augusto Camargo; TONON, Daniele. Nitrification process modeling in intermittent sand filter applied for wastewater treatment. Ecological Engineering, 2016, vol. 93, p. 18–23.
44	MAGRI, M.E.; FRANCISCO, J.G.Z.; SEZERINO, P.H.; PHILIPPI, L.S. Constructed wetlands for sludge dewatering with high solids loading rate and effluent recirculation: Characteristics of effluent produced and accumulated sludge. Ecological Engineering, 2016, vol. 95, p. 316–323.
45	MAGRI, Maria Elisa; PHILIPPI, Luiz Sérgio; VINNERÅS, Björn. Inactivation of Pathogens in Feces by Desiccation and Urea Treatment for Application in Urine-Diverting Dry Toilets. Applied and Environmental Microbiology, 2013, vol. 79, no. 7, p. 2156–2163.
46	MANFIO, Denise Vazquez; TONETTI, Adriano Luiz; MATTA, David. Dewatering of septic tank sludge in alternative sludge drying bed. Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development, 2018, vol. 8, no. 4, p. 792–798.
47	MANJATE, E.S.; LANA, L.C.; MORAES, D.C.; VASCONCELLOS, G.R.; MACIEL, G.R.; VON SPERLING, M. First stage of the french vertical flow constructed wetland system: Experiments with the reduction of surface area and number of units. Journal of Water Sanitation and Hygiene for Development, 2015, vol. 5, no. 1, p. 50–55.

48	MATOS, Mateus Pimentel de; VON SPERLING, Marcos; MATOS, Antonio Teixeira de; DIAS, Daniel Filipe Cristelo; SANTOS, Calebe Rodrigues Soares. Colmatação e desempenho de sistemas alagados construídos de escoamento horizontal subsuperficial ao longo de oito anos de operação. Engenharia Sanitaria e Ambiental, 2018, vol. 23, no. 6, p. 1227–1237
49	MÜLLER, Patrícia; Borges Pedro, João Paulo; De Castro Freitas, Carlos Henrique. Farmers' Perceptions on the Agricultural Use of Human Urine in the Central Amazon. Mundo Amazónico, 2017, vol. 8, no. 1.
50	OLIVEIRA, Sílvia C.; VON SPERLING, Marcos. Performance evaluation of different wastewater treatment technologies operating in a developing country. Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development, 2011, vol. 1, no. 1, p. 37–56.
51	PARKINSON, Jonathan; TAYLER, Kevin. Decentralized wastewater management in peri-urban areas in low-income countries. Environment and Urbanization, 2003, vol. 15, no. 1, p. 75–90.
52	PAULO, P.L.; AZEVEDO, C.; BEGOSSO, L.; GALBIATI, A.F.; BONCZ, M.A. Natural systems treating greywater and blackwater on-site: Integrating treatment, reuse and landscaping. Ecological Engineering, 2013, vol. 50, p. 95–100.
53	PAULO, P.L.; BEGOSSO, L.; PANSONATO, N.; SHRESTHA, R.R.; BONCZ, M.A. 2009. Design and configuration criteria for wetland systems treating greywater. [S.l.: s.n.], vol. 60. p. 2001–2007.
54	PELISSARI, C.; ÁVILA, C.; TREIN, C.M.; GARCÍA, J.; ARMAS, R.D. de; SEZERINO, P.H. Nitrogen transforming bacteria within a full-scale partially saturated vertical subsurface flow constructed wetland treating urban wastewater. Science of the Total Environment, 2017, vol. 574, p. 390–399.
55	PELISSARI, C.; GUIVERNAU, M.; VIÑAS, M.; SOUZA, S.S. de; GARCÍA, J.; SEZERINO, P.H.; ÁVILA, C. Unraveling the active microbial populations involved in nitrogen utilization in a vertical subsurface flow constructed wetland treating urban wastewater. Science of the Total Environment, 2017, vol. 584-585, p. 642–650.
56	PELISSARI, C.; SANTOS, M.O. dos; ROUSSO, B.Z.; BENTO, A.P.; ARMAS, R.D. de; SEZERINO, P.H. Organic load and hydraulic regime influence over the bacterial community responsible for the nitrogen cycling in bed media of vertical subsurface flow constructed wetland. Ecological Engineering, 2016, vol. 95, p. 180–188.
57	PRATA, Renata C. C.; MATOS, Antonio T. de; CECON, Paulo R.; MONACO, Paola A. V. Lo; PIMENTA, Leonardo A. Tratamento de esgoto sanitário em sistemas alagados construídos cultivados com lírio-amarelo. Engenharia Agrícola, 2013, vol. 33, no. 6, p. 1144–1155.

58	QUARTAROLI, L.; CARDOSO, B.H.; De Paula Ribeiro, G.; Da Silva, G.H.R. Wastewater chlorination for reuse, an alternative for small communities. Water Environment Research, 2018, vol. 90, no. 12, p. 2100–2105.
59	RAMALHO, Raquel Pinheiro Reis Souza; SCALIZE, Paulo Sérgio; CARAMORI, Samantha Salomão. Peroxidase de gramínea de Cerrado como alternativa no tratamento de efluentes agroindustriais. Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, 2016, vol. 11, no. 1.
60	RENGERS, E.E.; SILVA, J.B. da; PAULO, P.L.; JANZEN, J.G. Hydraulic performance of a modified constructed wetland system through a CFD-based approach. Journal of Hydro-Environment Research, 2016, vol. 12, p. 91–104.
61	RIBEIRO, Jaqueline Cardoso; SILVA, Gustavo Henrique Ribeiro da. Acompanhamento operacional e avaliação de uma estação compacta de tratamento de esgoto sanitário: reator UASB seguido de filtro aerado submerso. Engenharia Sanitaria e Ambiental, 2018, vol. 23, no. 1, p. 27–31.
62	RIBEIRO, T.B.; BRANDT, E.M.F.; DE ALMEIDA, P.G.S.; FLÓREZ, C.A.D.; CHERNICHARO, C A L. Technological improvements in compact UASB/SBTF systems for decentralized sewage treatment in developing countries. Desalination and Water Treatment, 2017, vol. 91, p. 112–120.
63	SÁNCHEZ-ROMÁN, R.M.; SOARES, A.A.; De Matos, A.T.; SEDIYAMA, G.C.; DE SOUZA, O.; MOUNTEER, A.H. Domestic wastewater disinfection using solar radiation for agricultural reuse. Transactions of the ASABE, 2007, vol. 50, no. 1, p. 65–71.
64	SANTOS, A.J. dos; COSTA, E.C.T.A.; SILVA, D.R. da; GARCIA-SEGURA, S.; MARTÍNEZ-HUITLE, C.A. Electrochemical advanced oxidation processes as decentralized water treatment technologies to remediate domestic washing machine effluents. Environmental Science and Pollution Research, 2018, vol. 25, no. 7, p. 7002–7011.
65	SANTOS, Silvânia Lucas dos; SIMÕES, João Paulo de Oliveira; PAIVA, Francisco Vieira; VAN HAANDEL, Adrianus. Projeto de otimização de sistemas anaeróbios para tratamento de esgoto em escala unifamiliar. Engenharia Sanitaria e Ambiental, 2018, vol. 23, no. 6, p. 1213–1225
66	SCHEEREN, Marina B.; KUNZ, Airton; STEINMETZ, Ricardo L. R.; DRESSLER, Valderi L. O processo ANAMMOX como alternativa para tratamento de águas residuárias, contendo alta concentração de nitrogênio. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 2011, vol. 15, no. 12, p. 1289–1297.

67	SEZERINO, P.H.; BENTO, A.P.; DECEZARO, S.T.; CARISSIMI, E.; PHILIPPI, L.S. Constructed wetlands and sand filter applied as onsite post-treatment of anaerobic effluent. Water Practice and Technology, 2012, vol. 7, no. 3.
68	SEZERINO, Pablo Heleno; BENTO, Alessandra Pellizaro; DECEZARO, Samara Terezinha; MAGRI, Maria Elisa; PHILIPPI, Luiz Sérgio. Experiências brasileiras com wetlands construídos aplicados ao tratamento de águas residuárias: parâmetros de projeto para sistemas horizontais. Engenharia Sanitaria e Ambiental, 2015, vol. 20, no. 1, p. 151–158.
69	SILVA, J.B. da; OLIVEIRA, P.J.A. de; BONCZ, M.Á.; PAULO, P.L. A modified constructed wetland system for greywater treatment. Desalination and Water Treatment, 2017, vol. 91, p. 31–39.
70	SILVA, J.A. da; SARTI, A.; DA SILVA, G.H.R. Performances of two pilot decentralized wastewater treatment plants used to treat low-strength wastewater. Desalination and Water Treatment, 2017, vol. 91, p. 93–100.
71	SILVA, Selma Cristina da; BERNARDES, Ricardo Silveira; RAMOS, Maria Lucrécia Gerosa. Remoção de matéria orgânica do esgoto em solo de wetland construído. Engenharia Sanitaria e Ambiental, 2015, vol. 20, no. 4, p. 533–542.
72	SILVEIRA, D.D.; Belli Filho, P.; PHILIPPI, L.S.; KIM, B.; MOLLE, P. Influence of partial saturation on total nitrogen removal in a single-stage French constructed wetland treating raw domestic wastewater. Ecological Engineering, 2015, vol. 77, p. 257–264.
73	SILVEIRA, E.O.; MOURA, D.; RIEGER, A.; MACHADO, Ê.L.; LUTTERBECK, C.A. Performance of an integrated system combining microalgae and vertical flow constructed wetlands for urban wastewater treatment. Environmental Science and Pollution Research, 2017, vol. 24, no. 25, p. 20469–20478.
74	SOUSA, José Tavares de; HAANDEL, Adrianus C. van; COSENTINO, Paulo Rogério da Silva; GUIMARÃES, Adriana Valéria Arruda. Pós-tratamento de efluente de reator UASB utilizando sistemas "wetlands" construídos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 2000, vol. 4, no. 1, p. 87–91.
75	STOTT, R; MAY, E; MARA, D D. Parasite removal by natural wastewater treatment systems: performance of waste stabilisation ponds and constructed wetlands. Water Science and Technology, 2003, vol. 48, no. 2, p. 97–104.
76	TEIXEIRA, D.L.; MATOS, A.T.D.; Pimentel de Matos, M.; MIRANDA, S.T.; VIEIRA, D.P. Evaluation of the effects of drainage and different rest periods as techniques for unclogging the porous medium in horizontal subsurface flow constructed wetlands. Ecological Engineering, 2018, vol. 120, p. 104–108.

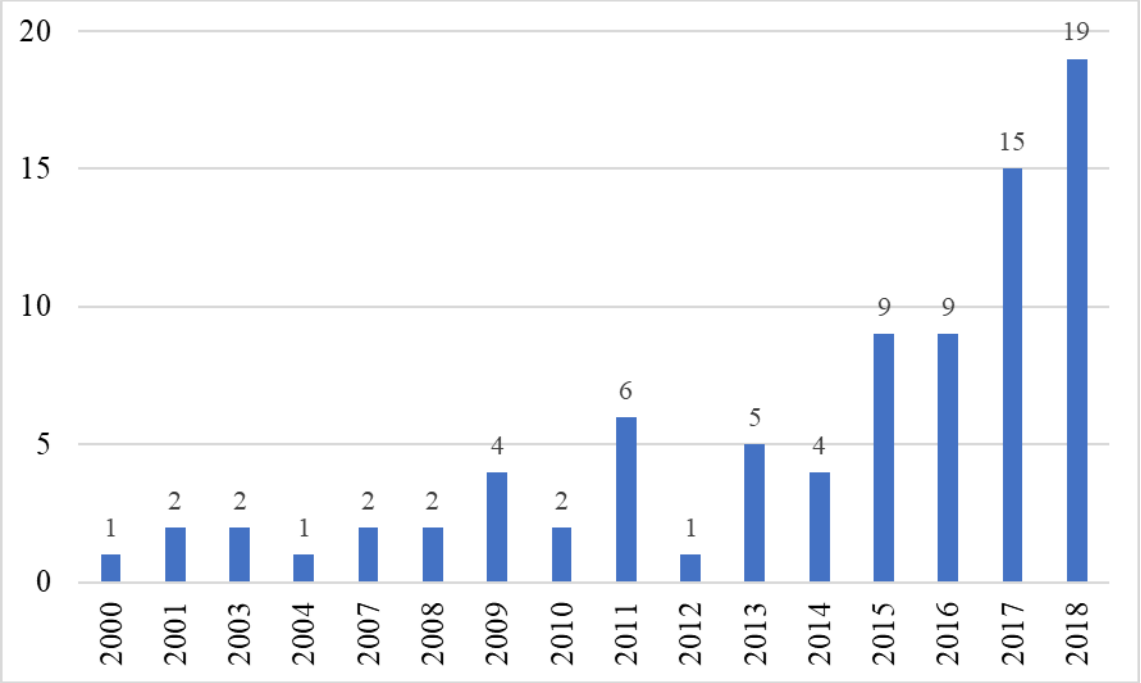
77	TEIXEIRA, Rossana Borges; MARQUES, Carolina Alves; CARVALHO, Natália Rodrigues de; GOMES, Luiz Eduardo Thans; SILVA, Flávio Teixeira da; PAIVA, Teresa Cristina Brazil de. Determinação de hormônios estrogênicos em esgoto bruto e efluente de uma estação descentralizada de tratamento por lodos ativados. Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, 2018, vol. 13, no. 2, p. 1.
78	TEODORO, A.; BONCZ, M.Á.; JÚNIOR, A.M.; PAULO, P.L. Disinfection of greywater pre-treated by constructed wetlands using photo-Fenton: Influence of pH on the decay of Pseudomonas aeruginosa. Journal of Environmental Chemical Engineering, 2014, vol. 2, no. 2, p. 958–962.
79	TONETTI, Adriano Luiz; Coraucci Filho, Bruno; GUIMARÃES, José Roberto; CRUZ, Luana Mattos de Oliveira; NAKAMURA, Marcela Soliz. Avaliação da partida e operação de filtros anaeróbios tendo bambu como material de recheio. Engenharia Sanitaria e Ambiental, 2011, vol. 16, no. 1, p. 11–16.
80	TONON, D; TONETTI, A L; Coraucci Filho, B; BUENO, D A C. Wastewater treatment by anaerobic filter and sand filter: Hydraulic loading rates for removing organic matter, phosphorus, pathogens and nitrogen in tropical countries. Ecological Engineering, 2015, vol. 82, p. 583–589.
81	TREIN, Camila Maria; PELISSARI, Catiane; HOFFMANN, Heike; PLATZER, Christoph Julius; SEZERINO, Pablo Heleno. Tratamento descentralizado de esgotos de empreendimentos comercial e residencial empregando a ecotecnologia dos wetlandsconstruídos. Ambiente Construído, 2015, vol. 15, no. 4, p. 351–367.
82	VON SPERLING, M. Comparison of simple, small, full-scale sewage treatment systems in Brazil: UASB-maturation ponds-coarse filter; UASB-horizontal subsurface-flow wetland; vertical-flow wetland (first stage of French system). Water Science and Technology, 2015, vol. 71, no. 3, p. 329–336.
83	VON SPERLING, Marcos; PAOLI, Andre Cordeiro de. First-order COD decay coefficients associated with different hydraulic models applied to planted and unplanted horizontal subsurface-flow constructed wetlands. Ecological Engineering, 2013, vol. 57, p. 205–209.
84	ZIPF, Mariah Siebert; PINHEIRO, Ivone Gohr; CONEGERO, Mariana Garcia. Simplified greywater treatment systems: Slow filters of sand and slate waste followed by granular activated carbon. Journal of Environmental Management, 2016, vol. 176, p. 119–127.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 Contagem de Número de Publicações

Na Figura 3 consta a relação de trabalhos publicados por ano no período avaliado pela pesquisa. Para os anos em que não foi adotado reconhecimento científico como critério de recorte (2015-2018), observa-se o extenso volume resultante de 52 trabalhos, que corresponde a cerca de 62% de todo o material admitido no portfólio. Desconsiderado esses anos, é possível dividir esse período em três intervalos quinquenais e observar a frequência correspondente a cada um deles.

Figura 3 – Quantidade de artigos no portfólio por ano



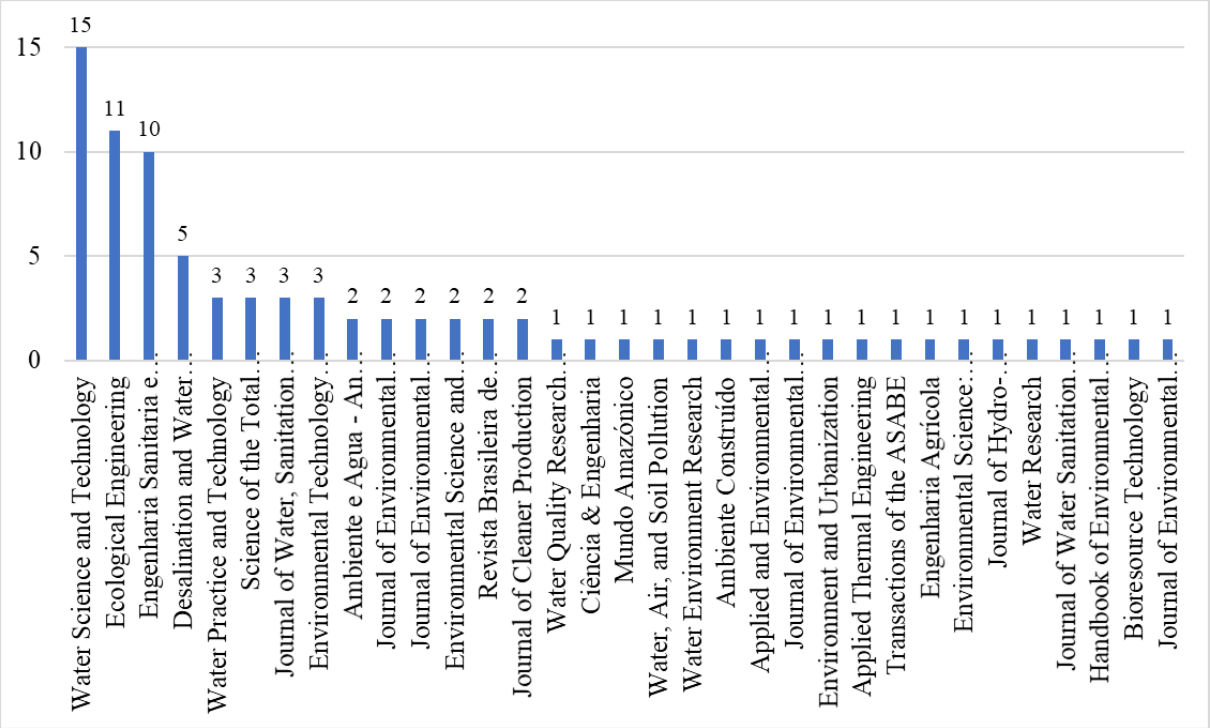
Fonte: Elaborada pelo autor.

No primeiro intervalo (2000-2004), foram verificados 6 artigos sobre esgotamento sanitário descentralizado que estão enquadrados de acordo com os requisitos desse portfólio, traduzindo-se em uma média de 1,20 por ano. No intervalo seguinte (2005-2009), verifica-se um total de 8 artigos, o que significa um valor médio anual de 1,60 publicações sobre o assunto. Enquanto que para o terceiro (2010-2014), sistemas descentralizados estavam presentes em 18 dos trabalhos encontrados, sendo a média igual a 3,60 a cada ano. A partir desses dados, é possível inferir a existência de uma tendência positiva de crescimento na exploração do tema da pesquisa.

Na análise de relevância dentro do portfólio dos periódicos em que as pesquisas estão publicadas, constata-se que estão presentes 33 periódicos distintos, os que possuem maior destaque são *Water Science and Technology*, com 15 trabalhos, *Ecological Engineering*, com 11 trabalhos, Engenharia Sanitária e Ambiental, com 10 artigos e *Desalination and Water Treatment* com 5. Outros que possuem relevância evidenciada por aparições múltiplas são *Environmental Technology; Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development; Science of the*

Total Environment e *Water Practice and Technology*, com 3 artigos cada, enquanto *Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*; *Environmental Science and Pollution Research*; *Journal of Cleaner Production*; *Journal of Environmental Management*; *Journal of Environmental Science and Health* e Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental possuem 2 trabalhos por periódico. Os dezenove periódicos restantes estão representados por um artigo cada. Essa relação está ilustrada na Figura 4.

Figura 4 – Quantidade de artigos no portfólio por periódico



Fonte: Elaborada pelo autor.

Os periódicos citados possuem classificação entre Qualis B2 e Qualis A1 para a área Engenharias I na plataforma Sucupira, conforme detalhado na Tabela 5. Conforme esperado, os periódicos mais bem avaliados apresentam uma tendência de agregar trabalhos relevantes sobre os tópicos que compõem a área em questão.

Também foi contabilizada a contribuição de cada pesquisador presente no portfólio, sendo as coautorias consideradas como contribuições completas, ou seja, para essa análise não influenciou a ordem em que os nomes estavam listados nos artigos do portfólio, o valor atribuído ao primeiro autor foi o mesmo que aos demais.

Os principais destaques estão representados na Figura 5, em que é possível perceber que VON SPERLING, M. é o autor que aparece com mais frequência nos trabalhos selecionados, com 9 participações, seguido por PAULO, P. L. e SEZERINO, P. H., com 8 artigos cada, MATOS, A. T., responsável por 7 deles, CHERNICHARO, C. A. L., com 6 artigos, BONCZ, M. A., MACHADO, Ê. L., PHILIPPI, L. S. e TONETTI, A. L., que assinam 5 publicações cada, en-

quanto ZERWES, F. V., ALMEIDA, P. G. S., SILVA, G. H. R., LUTTERBECK, C. A., PELISSARI, C. e KIST, L. T. aparecem 4 vezes cada.

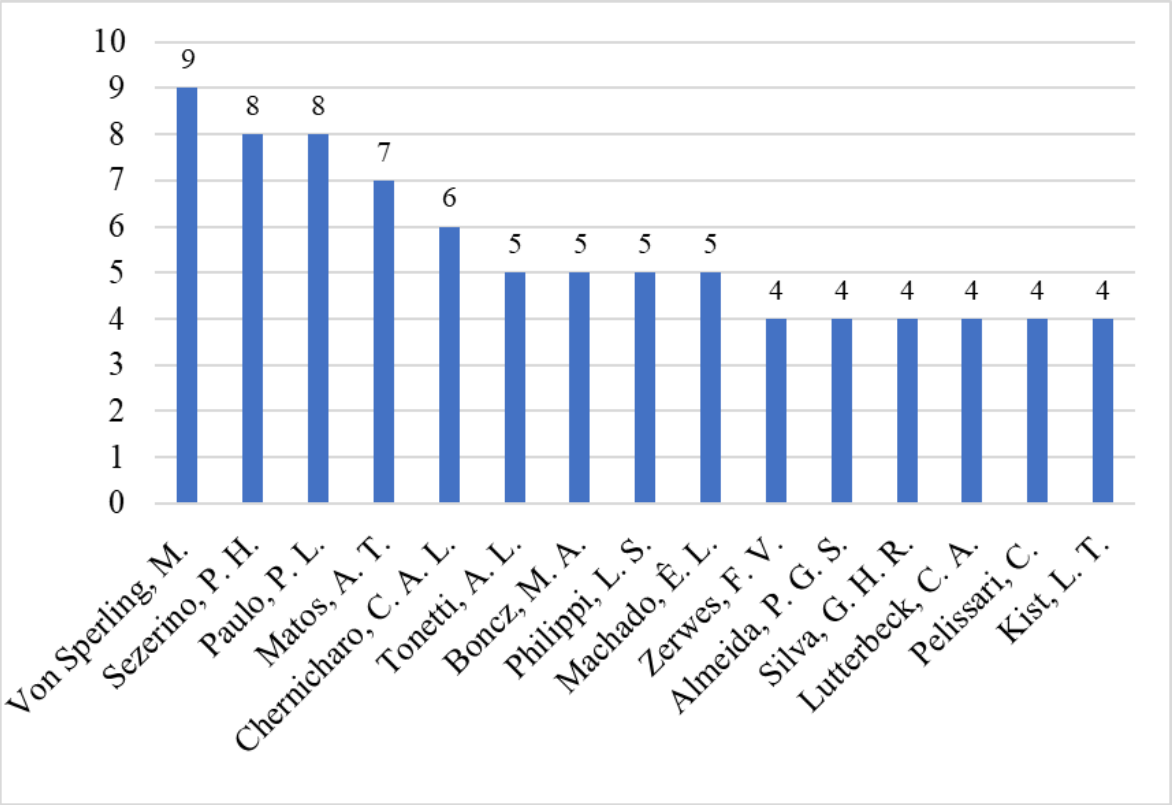
Tabela 5 – Classificação Qualis dos periódicos

ISSN	Título do periódico	Área	Classificação
0273-1223	Water Science and Technology	Engenharias I	A1
0925-8574	Ecological Engineering	Engenharias I	A1
1413-4152	Engenharia Sanitária e Ambiental	Engenharias I	B1
1944-3994	Desalination and Water Treatment	Engenharias I	A1
2043-9083	Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development	Engenharias I	B1
0959-3330	Environmental Technology	Engenharias I	A1
1751-231X	Water Practice and Technology	Engenharias I	B2
0048-9697	Science of the Total Environment	Engenharias I	A1
1980-993X	Revista Ambiente & Água	Engenharias I	B2
0944-1344	Environmental Science and Pollution Research	Engenharias I	A1
0959-6526	Journal of Cleaner Production	Engenharias I	A1
0301-4797	Journal of Environmental Management	Engenharias I	A1
1093-4529	Journal of Environmental Science and Health	Engenharias I	A2
1415-4366	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	Engenharias I	B1

Fonte: Adaptado de Plataforma Sucupira (2019).

Ainda a partir desse tipo de observação, constata-se a existência de colaborações recorrentes entre alguns autores: a pesquisadora brasileira PAULO, P. L. e o pesquisador de origem holandesa BONCZ, M. A., ambos professores atuantes na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, aparecem juntos na autoria de 5 trabalhos selecionados; SEZERINO, P. H. e PELISSARI, C. em 4; ALMEIDA, P. G. S. e CHERNICHARO, C. A. L. em 4; KIST, L. T., MACHADO, Ê. L. e ZERWES, G. H. em 4, dos quais 3 contam também com a participação de LUTTERBECK, C. A.; BRESSANI-RIBEIRO, T. e CHERNICHARO, C. A. L. possuem 3 trabalhos em comum, assim como MAGRI, M. E. e PHILIPPI, L. S.; SEZERINO, P. H. compartilha ainda da autoria de 3 trabalhos com PHILLIPPI, L. S., 3 com BENTO, A. P. e 3 com DECEZARO, S. T., esses vínculos estão ilustrados na Figura 6.

Figura 5 – Quantidade de artigos no portfólio por autor

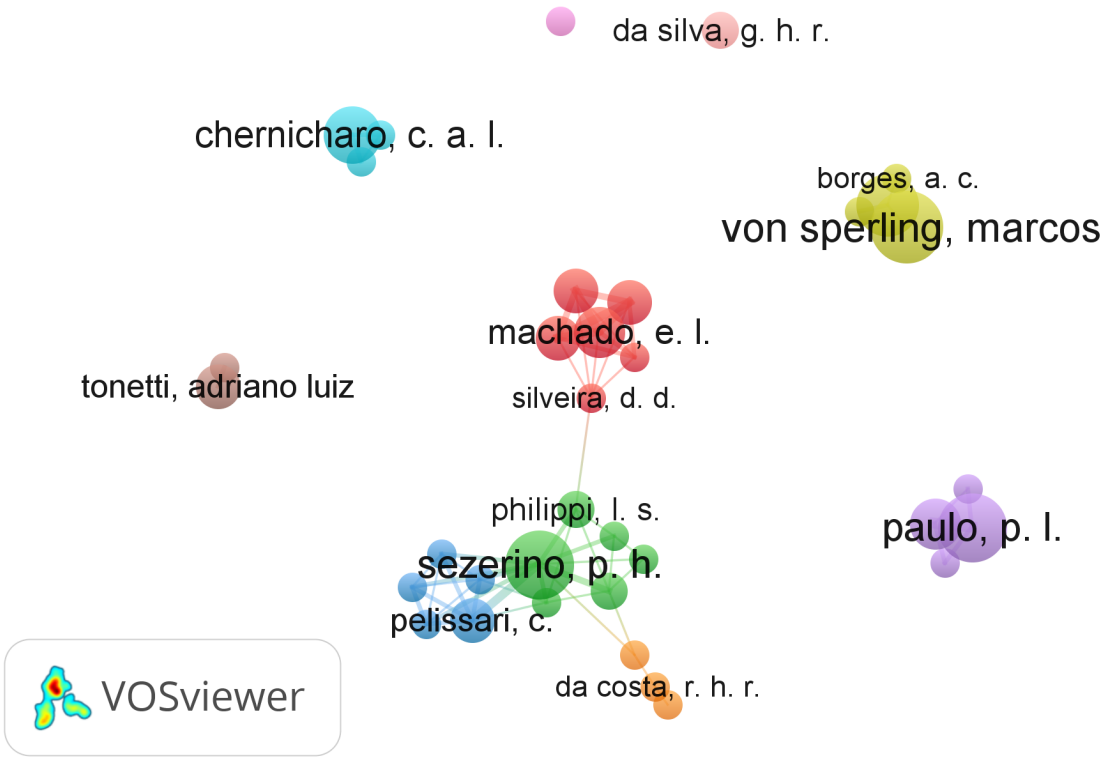


Fonte: Elaborada pelo autor.

Os *clusters* formados com o auxílio do VOSviewer® representam as redes de trabalho mais claras que surgiram no portfólio, separados por cores que indicam os grupos estabelecidos. A dimensão do círculo vinculado ao nome de cada pesquisador corresponde ao número de aparições do mesmo no portfólio, enquanto que a espessura do traçado entre círculos distintos indica a frequência de cooperações entre os autores interligados. Esse itens representados na Figura 6 servem de base para observar que é realçado o papel central exercido por SEZERINO, P.H. e evidenciar uma ligação estreita entre o grupo de pesquisa liderado por ele e o grupo que o autor MACHADO, Ê.L faz parte, os demais grupos presentes estão isoladamente desligados desse *cluster* central, de acordo com essa análise visual.

Dentre as contribuições estrangeiras, destaca-se o pesquisador alemão CARDONA, J. A., que está presente na autoria de dois artigos de 2017 sobre sistemas sanitários descentralizados brasileiros. Também é possível identificar uma rede de colaboração entre Brasil e Espanha, revelada pela participação dos pesquisadores espanhóis GARCÍA, J. e ÁVILA, C. em dois títulos, ambos vinculados a já indicada frutífera parceria entre SEZERINO, P. H. e PELISSARI, C., partindo desse vínculo é possível perceber um outro indicador bibliométrico, denominado laço científico, aqui desenvolvido através da internacionalização de uma comunidade científica nacional.

Figura 6 – Representação das redes de trabalho identificadas no portfólio bibliográfico



Fonte: Elaborada pelo autor.

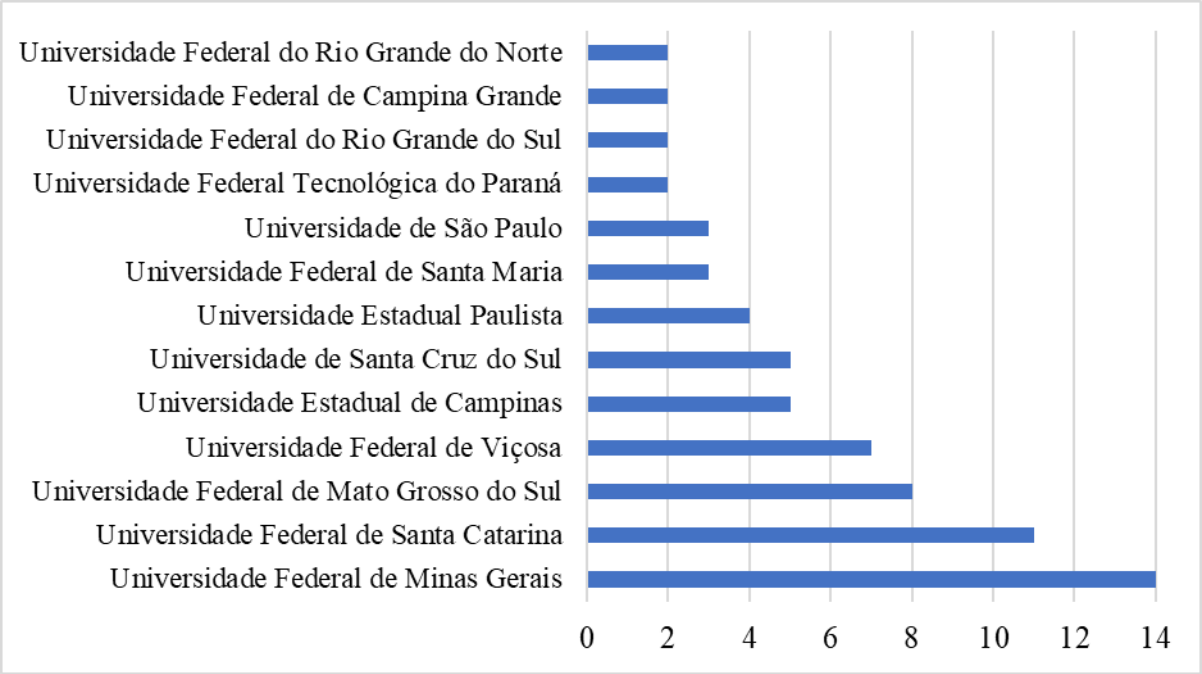
Na análise de produtividade por instituição, cuja leitura foi feita a partir da consideração como instituição de origem aquela descrita como endereço do primeiro autor, o destaque é a Universidade Federal de Minas Gerais com 14 artigos no portfólio, resultado que espelha a lista de autores mais produtivos liderada por VON SPERLING, M., premiado professor que atua nessa instituição. De forma semelhante, a Universidade Federal de Santa Catarina, com 11 artigos, e a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, com 8, refletem a representação imposta pelos pesquisadores destaques SEZERINO, P. H. e PAULO, P. L., respectivamente.

Todas as instituições que apresentaram contribuições múltiplas ao portfólio estão presentes no gráfico de barras da Figura 7. Cabe ressaltar as instituições estrangeiras presentes no portfólio: *Cologne University for Applied Sciences*, *Karlsruhe University of Applied Sciences*, *Newcastle University*, *Stockholm Environment Institute*, *Training and Demonstration Centre for Decentralized Wastewater Management*, Universidade de Lisboa e *University of Portsmouth*, representadas por um artigo cada.

Outro ponto analisado foi a distribuição geográfica das instituições as quais os autores estão vinculados, detalhada na Tabela 6. Pode-se observar que 11 estados tiveram alguma representação no portfólio, sendo Minas Gerais o com maior número de artigos, 22, seguido por São Paulo com 13 publicações, Santa Catarina com 12 trabalhos, Rio Grande do Sul com 10,

Mato Grosso do Sul com 8, Goiás e Paraíba com 3 cada, Paraná e Rio Grande do Norte ambos com 2 artigos no portfólio e Amazonas e Bahia com um, totalizando 77 trabalhos com origem vinculada às instituições nacionais. Além disso, os 7 demais trabalhos apresentavam coautoria brasileira, porém estavam com sua origem vinculada a países europeus tendo em vista os seus primeiros autores, estando distribuídos da seguinte forma: 3 provenientes da Alemanha, 2 do Reino Unido, 1 de Portugal e 1 da Suécia.

Figura 7 – Quantidade de artigos no portfólio por instituição



Fonte: Elaborada pelo autor.

Com base nessas ligações provenientes de autores de diferentes nacionalidades trabalhando na mesma pesquisa, é possível inferir a existência de parcerias e pequenas redes científicas entre os países previamente mencionados e o Brasil, tais vínculos costumam ser resultados da experiência de pesquisadores nacionais construindo parte de sua formação acadêmica através de um período de intercâmbio em instituições europeias. A proeminência alemã dentre os artigos de origem estrangeira reafirma o amplo histórico de estudos de soluções alternativas de saneamento desenvolvidos nesse país, e pode ser explicada devido ao incentivo a projetos colaborativos, a exemplo do INTECRAL (*Integrated Eco Technologies and Services for a Sustainable Rural Rio de Janeiro*), responsável pelas duas publicações assinadas pelo já mencionado CARDONA, J. A. presentes no portfólio. Esse projeto, subsidiado pelo Ministério Federal da Educação e Pesquisa da Alemanha, é composto a partir da associação entre profissionais alemães e brasileiros, e conta com a participação da Secretaria Estadual de Agricultura e Pecuária do Rio de Janeiro através do programa Rio Rural, das universidades de Leipzig, de Ciências Aplicadas de Cologne e Federal Fluminense.

Tabela 6 – Origem das publicações que compõem o portfólio bibliográfico

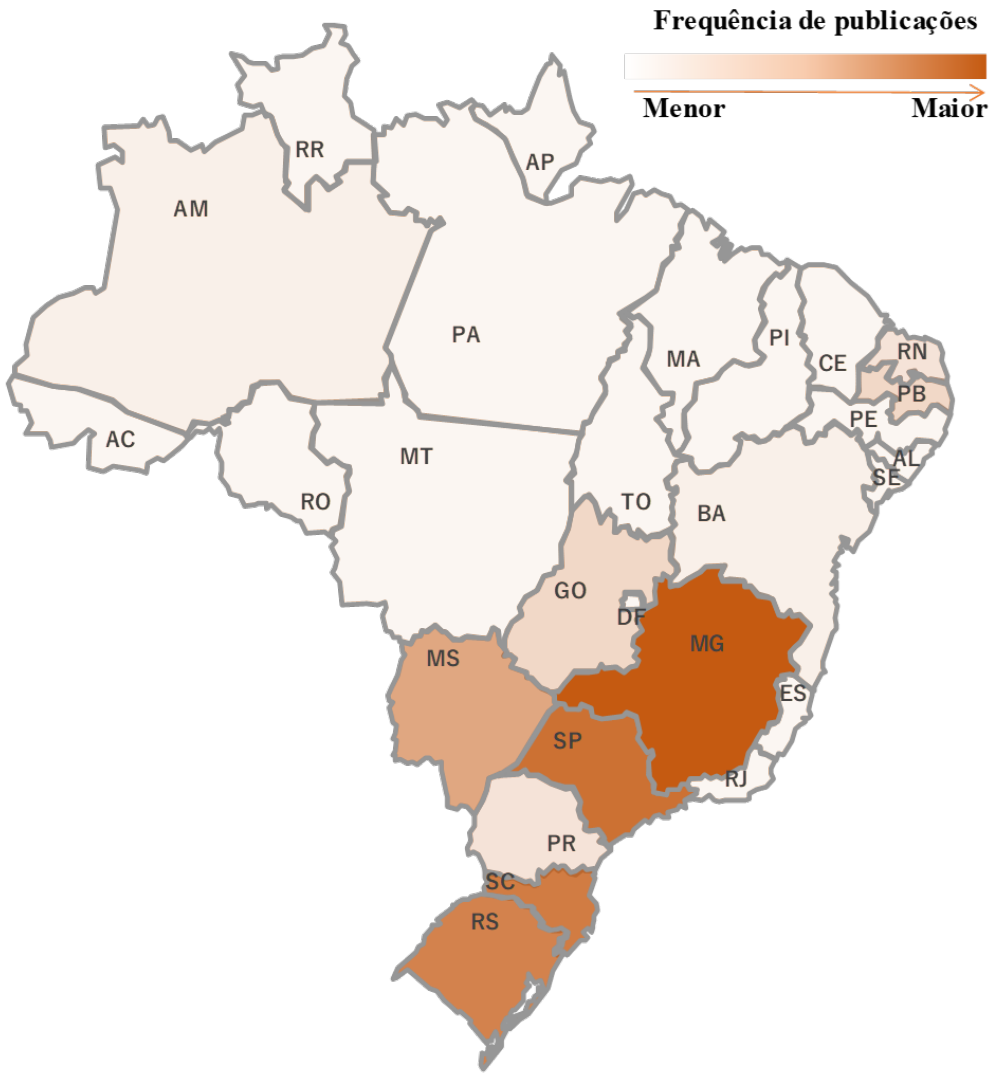
#	Local	Frequência	
		Absoluta	**Relativa**
1	MG	22	26,19%
2	SP	13	15,48%
3	SC	12	14,28%
4	RS	10	11,90%
5	MS	8	9,52%
6	GO	3	3,57%
7	PB	3	3,57%
8	PR	2	2,38%
9	RN	2	2,38%
10	AM	1	1,19%
11	BA	1	1,19%
Subtotal	**Brasil**	**77**	**91,67%**
12	Alemanha	3	3,57%
13	Reino Unido	2	2,38%
14	Portugal	1	1,19%
15	Suécia	1	1,19%
Total	**Mundo**	**84**	**100%**

Fonte: Elaborada pelo autor.

A Figura 8 ilustra a frequência de publicações de acordo com os estados da federação em que foram originadas. Observa-se a predominância das regiões Sul e Sudeste na composição do acervo, compatível com os percentuais relativamente positivos do saneamento desses locais, e a escassez de trabalhos do Norte, contrariando o fato de ser uma região altamente propícia a acomodar soluções descentralizadas mais econômicas para as comunidades rurais que nela habitam expondo uma lacuna existente na elaboração de medidas efetivas para suprir a demanda populacional, como previamente evidenciado na Tabela 1. O Nordeste também tem destaque negativo nesse aspecto, apesar de ser a região com maior número de estados do país, ela apresenta a segunda menor frequência de trabalhos no portfólio, sendo possível inferir uma correlação entre o panorama de esgotamento precário verificado nela e a carência no estudo desse tópico.

No geral, essa distribuição indica um distanciamento entre os centros tecnológicos onde são efetivamente conhecidos os caminhos para solucionar os problemas de esgotamento sanitário e o público-alvo que mais urgentemente carece delas.

Figura 8 – Distribuição geográfica nacional das instituições de origem das publicações



Fonte: Elaborada pelo autor.

4.3 Contagem de Palavras-chave

Nesta análise é apresentada a ocorrência de 379 palavras-chave, sendo 273 delas distintas entre si, o valor médio é de aproximadamente 4,5 por publicação. A frequência das palavras-chave utilizadas múltiplas vezes nos artigos do portfólio está listada na Tabela 7.

Conforme indicado pelo vasto resultado ao ser utilizada como expressão para busca dos artigos nas bases, a palavra-chave "*constructed wetlands*" e suas próximas variações "*constructed wetland*", "*horizontal subsurface flow-wetlands*", "*treatment wetland*" e "*wetland*" constavam na lista, com um total de 24 aparições. O que pode ser entendido como um reforço à ideia de que está amplamente difundido o estudo desse sistema como tecnologia construtiva para alternativas de esgotamento sanitário. Ainda devido à quantidade de vezes em que foi tema de pesquisa dos artigos que compõem o portfólio, outra tecnologia que desponta como alternativa

para sistemas descentralizados é o reator anaeróbio de fluxo ascendente (RAFA), visto que a expressão "*UASB reactor*" aparece em 8 trabalhos distintos.

Tabela 7 – Frequência das palavras-chaves dos artigos

Palavras-chave	**Frequência**
Constructed wetlands; Wastewater treatment	12
Wastewater	10
UASB reactor	8
Domestic wastewater	7
Constructed wetland; Greywater	6
Domestic sewage	5
Nitrification; Post-treatment; Treatment	4
Decentralized sanitation; Integrated system; Nutrients; Ornamental plants; Performance; Small communities; Source separation; Trickling filter	3
Advanced oxidation processes; Anaerobic treatment; Biological treatment; Decentralized treatment; Decentralized system; E. Coli; Evapotranspiration; Horizontal subsurface-flow wetlands; Hydraulic conductivity; Macrophytes; Packing media; Reuse; Septic tank; Sequencing batch reactor; Sewage; Single-family system; Sludge; Sludge sedimentation; Treatment wetland; Vertical flow; Water loss; Water reuse; Wetland	2

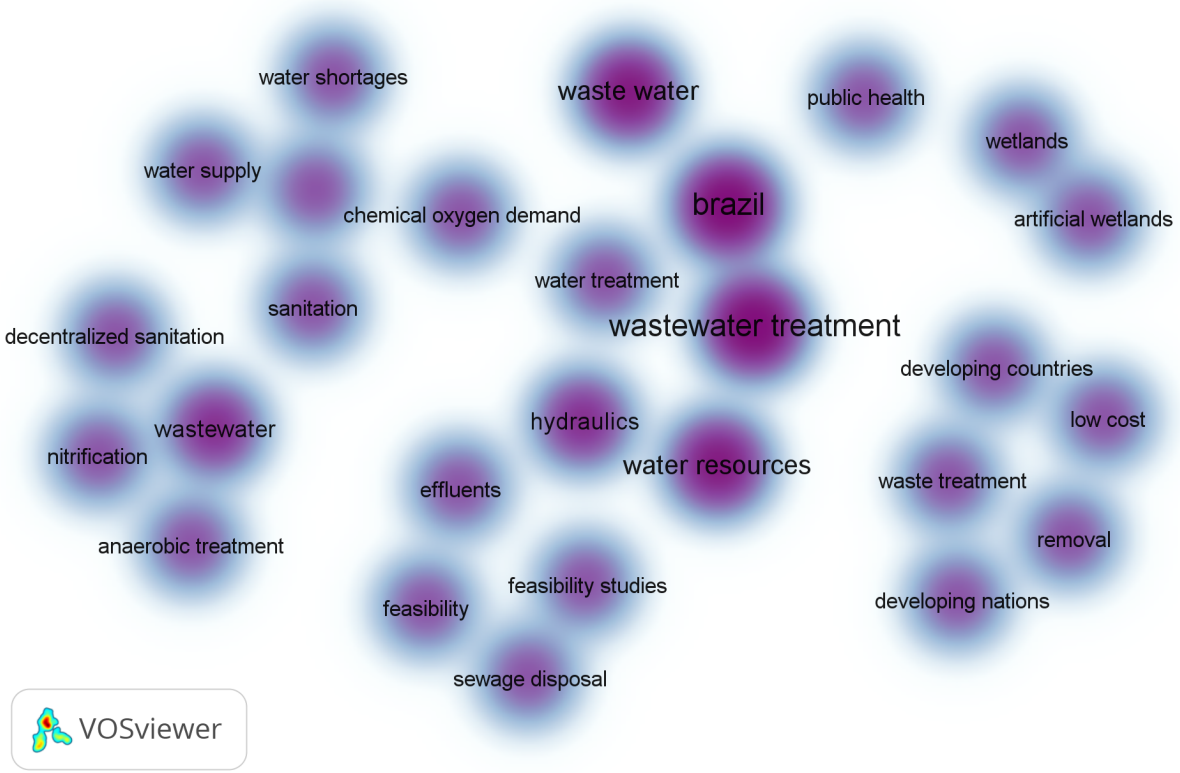
Fonte: Elaborada pelo autor.

Outras palavras que obtiveram destaque em relação as demais são "*wastewater treatment*", "*wastewater*", "*domestic wastewater*", "*greywater*" e "*domestic sewage*" que estão presentes em 12, 10, 7, 6 e 5 artigos, respectivamente. Os termos "*nitrification*", "*post-treatment*" e "*treatment*" são repetidos 4 vezes cada. O aparecimento de tais expressões salienta a relevância no estudo para compreensão de fenômenos relacionados ao tratamento de efluentes para elaboração de medidas efetivas de saneamento, a exemplo das propriedades específicas do esgoto residencial ("*domestic wastewater*" / "*domestic sewage*") em relação aos demais tipos, que o torna muito mais propício ao bom funcionamento de alternativas descentralizadas.

Ainda com base na ocorrência de palavras-chave, apresentam relevância os estudos que buscam compreender os diversos fenômenos inerentes ao tratamento de esgoto como nitrificação, evapotranspiração, separação de efluentes na fonte, sistemas integrados, reúso, condutividade hidráulica, entre outros, cujos termos equivalentes em inglês surgiram múltiplas vezes na listagem.

A coexistência das palavras-chave presentes nos artigos selecionados está representada na Figura 9, em que destacam-se termos menos específicos do acervo, como o nome do país e expressões variadas que significam esgoto, esgotamento e saneamento.

Figura 9 – Nuvem de palavras-chave concomitantes



Fonte: Elaborada pelo autor.

4.4 Contagem de Número de Citações

Como pode ser observado na Tabela 8, que pode ser lida de maneira justificada como a relação dos trabalhos que compõem a frente de pesquisa do assunto analisado nesse trabalho, o artigo com maior impacto na comunidade científíca é o *"Decentralized wastewater management in peri-urban areas in low income countries"* (PARKINSON; TAYLER, 2003), sendo citado 188 vezes desde sua publicação no periódico *Environment and Urbanization*.

Outros destaques incluem três publicações feitas em periódicos brasileiros que obtiveram alcance notório. "Plantio e desempenho fenológico da taboa (*Thypha sp.*) utilizada no tratamento de esgoto doméstico em sistema alagado construído" e "Avaliação de aspectos hidráulicos e hidrológicos de sistemas alagados construídos de fluxo subsuperficial", ambos provenientes do periódico Engenharia Sanitária e Ambiental, acumularam 55 e 40 citações, respectivamente. Enquanto que o artigo "Pós-tratamento de efluente de reator UASB utilizando

sistemas *"wetlands"* construídos" publicado na Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental foi referenciado 43 vezes.

Tabela 8 – Artigos mais referenciados do portfólio bibliométrico

#	Título do artigo	Ano	Nº de citações
1	Decentralized wastewater management in peri-urban areas in low-income countries	2003	188
2	Feasibility of a pilot-scale UASB/trickling filter system for domestic sewage treatment	2001	80
3	Emerging mitigation needs and sustainable options for solving the arsenic problems of rural and isolated urban areas in Latin America - A critical analysis	2010	76
4	Full-scale sequencing batch reactor (SBR) for domestic wastewater: Performance and diversity of microbial communities	2013	63
5	Natural systems treating greywater and blackwater on-site: Integrating treatment, reuse and landscaping	2013	59
6	Plantio e desempenho fenológico da taboa (*Thypha sp*.) utilizada no tratamento de esgoto doméstico em sistema alagado construído	2007	55
7	Parasite removal by natural wastewater treatment systems: performance of waste stabilisation ponds and constructed wetlands	2003	51
8	Pós-tratamento de efluente de reator UASB utilizando sistemas "*wetlands*" construídos	2000	43
9	Performance evaluation of different wastewater treatment technologies operating in a developing country	2011	41
10	Avaliação de aspectos hidráulicos e hidrológicos de sistemas alagados construídos de fluxo subsuperficial	2008	40

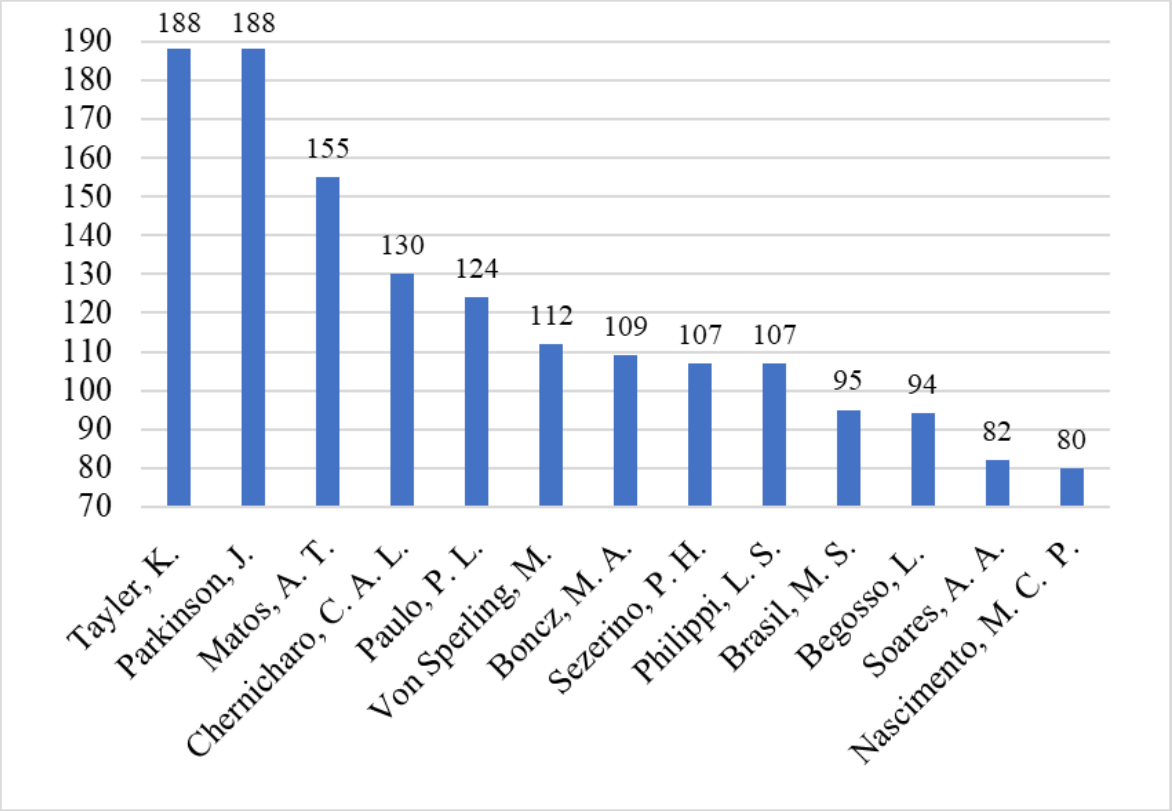
Fonte: Elaborada pelo autor.

Ainda no que diz respeito ao impacto na comunidade científica proveniente das contribuições presentes no portfólio, a Figura 10 exibe os números referentes ao somatório das menções que os trabalhos tiveram, ordenadas por autor. Apesar de possuírem apenas o artigo entitulado "*Decentralized wastewater management in peri-urban areas in low-income countries*" no portfólio, TAYLER, K. e PARKISON, J. lideram esse ranking com 188 citações.

Os próximos sete autores da lista se mostram relativamente mais relevantes, devido ao destaque conseguido tanto no indicador de produtividade, que mede a quantidade de vezes em

que aparece no portfólio, quanto no indicador de reconhecimento científico, que mede a quantidade de vezes que seus artigos foram referenciados, são eles: MATOS, A. T., CHERNICHARO, C. A. L., PAULO, P. L., VON SPERLING, M., BONCZ, M. A., cujas pesquisas selecionadas acumulam 155, 130, 124, 112 e 109 citações, respectivamente, e PHILIPPI, L. S. e SEZERINO, P. H., ambos com 107. Os nomes seguintes são de autores que não aparecem na análise de frequência absoluta de publicações no portfólio.

Figura 10 – Quantidade de citações por autor



Fonte: Elaborada pelo autor.

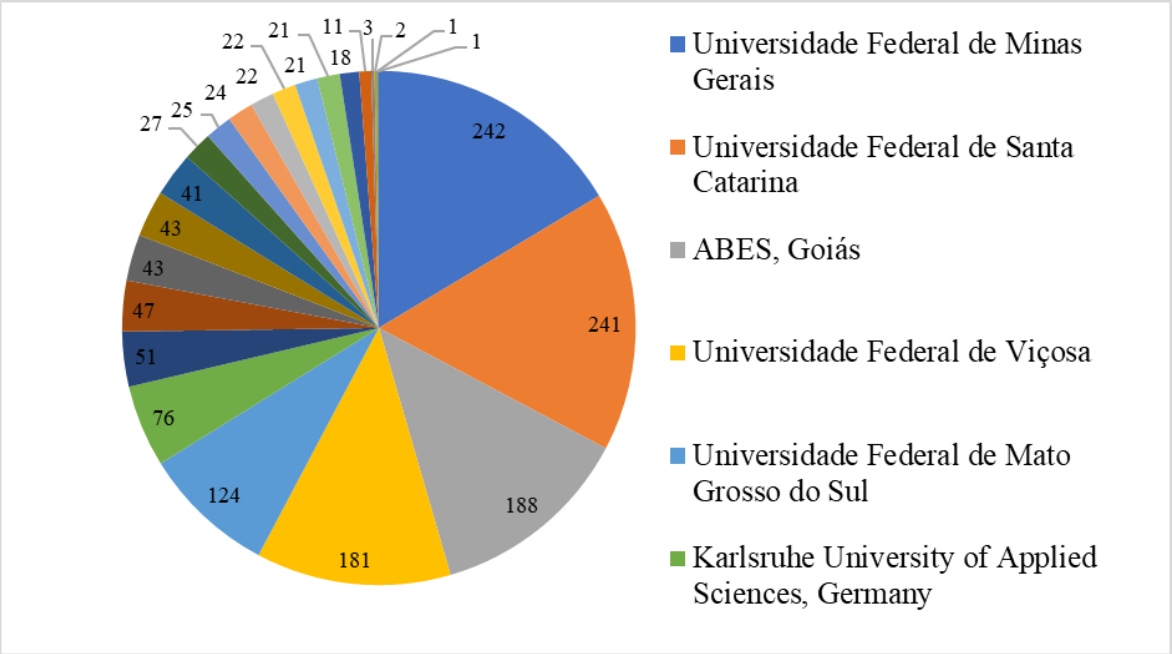
Quanto à relevância da produção avaliada por instituição em que foi gerada, a Figura 11 exibe a distribuição do total de citações obtidas pelas publicações.

A Universidade Federal de Minas Gerais e a Universidade Federal de Santa Catarina repetem aqui a notoriedade exibida na análise do número de artigos, sendo 242 e 241 o somatório de vezes em que trabalhos realizados nessas instituições foram citados, respectivamente. Em seguida, aparece a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - Seção Goiás com 188 menções a seu único artigo selecionado, superando o total obtido por instituições destacadas com múltiplas aparições, como a Universidade Federal de Viçosa e a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, que foram referenciadas, respectivamente, 181 e 124 vezes.

A alemã Universidade Karlsruhe de Ciências Aplicadas, cujo número também corresponde a citações de apenas um artigo, 76 delas, completa o ranking listado no gráfico, sendo a

instituição estrangeira com maior destaque nesse quesito.

Figura 11 – Quantidade de citações por instituição



Fonte: Elaborada pelo autor.

5 Conclusão

A metodologia estruturada do ProKnow-C leva à reflexão sobre determinadas variáveis e limitações comuns a um acervo de publicações e isto possibilita construir conhecimento sobre o assunto, de tal forma que o pesquisador tenha condições de suportar teoricamente as escolhas mais alinhadas à sua visão de mundo e elaborar o arcabouço teórico de seus trabalhos científicos. A adoção dessa ferramenta levou à identificação de 84 artigos relevantes que, segundo o pesquisador, estão alinhados ao tema sistemas descentralizados de esgotamento sanitário e ao consequente traçado dos principais artigos, autores, instituições, periódicos e palavras-chave do portfólio montado.

A análise bibliométrica, utilizada para a avaliação do portfólio, se mostra como uma ferramenta fundamental na compreensão do contexto informacional da área pesquisada, possibilitando caracterizar a produção científica acerca do tema escolhido.

Dentre os principais resultados, vislumbra-se a tendência de crescimento na exploração do tema sistemas descentralizados de esgoto no período de 2000 a 2018. Outra observação importante é a presença de autores de destaque no portfólio, como CHERNICHARO, C. A. L., MATOS, A.T., PAULO, P. L. e VON SPERLING, M., através do número elevado de citações de seus artigos e da publicação de muitos deles. Apesar disso, identifica-se uma baixa disseminação do assunto pela extensão do país, estando concentrado nas instituições localizadas nas regiões sul e sudeste.

Quanto aos periódicos, os que obtiveram mais destaque foram os internacionais *Water Science and Technology*, *Ecological Engineering* e *Desalination and Water Treatment*, os três com classificação Qualis A1, e a revista nacional Engenharia Sanitária e Ambiental, com Qualis B1.

Quanto às instituições, as universidades federais de Minas Gerais, de Santa Catarina, de Mato Grosso do Sul e de Viçosa são as proeminentes nas listas geradas para os critérios de produtividade e impacto científico.

Também foi verificado que o trabalho de Parkinson e Tayler (2003) com 188 citações se sobressaiu na classificação de relevância acadêmica realizada sob a ótica da associação de número de citações e autores mais citados no portfólio final.

Sobre o assunto pesquisado, observa-se que é um campo explorado há muitos anos, através de abordagens experimentais com possibilidades tecnológicas como *wetlands* construídos, reatores UASB e filtros percoladores, do estudo para compreensão de fenômenos inerentes ao tratamento de esgoto como nitrificação, evapotranspiração, separação de efluentes na fonte, sistemas integrados, reúso, condutividade hidráulica, entre outros, conforme indicado

pelas palavras-chave de maior recorrência.

No geral, o estudo evidenciou que a construção de conhecimento sobre esgotamento descentralizado no Brasil configura-se como um campo em desenvolvimento a ser explorado, ao mesmo tempo que expôs indicativos de caminhos interessantes que estão sendo traçados através de associações com instituições de outros países.

A partir do conhecimento das características do portfólio bibliográfico, sugestões para o desenvolvimento em futuras pesquisas incluem dar continuidade, através da realização de uma abordagem sistêmica do tema e através da exploração dele a partir de outra abrangência temporal. Também é indicada a pesquisa a respeito das carências evidenciadas no presente trabalho, principalmente no que tange a heterogênea distribuição geográfica dos centros científicos brasileiros.

Referências

AFONSO, M. H. et al. Como construir conhecimento sobre o tema de pesquisa? aplicação do processo proknow-c na busca de literatura sobre avaliação do desenvolvimento sustentável. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 5, n. 2, p. 47–62, 2011.

ALVER, M. O. et al. *JabRef Reference Manager*. 2003. Disponível em: <http://www.jabref.org>.

ANDERSSON, K.; OTOO, M.; NOLASCO, M. Innovative sanitation approaches could address multiple development challenges. *Water Science and Technology*, v. 77, n. 4, p. 855–858, 2018.

ANDREOLI, C. V. et al. Lodo de fossa e tanque séptico: caracterização, tecnologias de tratamento, gerenciamento e destino final. *Rio de Janeiro: ABES*, 2009.

ARAÚJO, C. A. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. *Em questão*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, v. 12, n. 1, p. 11–32, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13969: Tanques sépticos-unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos-projeto, construção e operação*. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14724*: Informação e documentação — trabalhos acadêmicos — apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

ÁVILA, R. *Avaliação do desempenho de sistemas tanque séptico-filtro anaeróbio com diferentes tipos de meio suporte*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio, 2005.

BIXIO, D. et al. Wastewater reuse in europe. *Desalination*, Elsevier, v. 187, n. 1-3, p. 89–101, 2006.

BRAGA, G. M. Relações bibliométricas entre a frente de pesquisa (research front) e revisões da literatura: estudo aplicado à ciência da informação. *Ciência da Informação*, v. 2, n. 1, 1973.

BRIX, H. Wastewater treatment in constructed wetlands: system design, removal processes, and treatment performance. *Constructed wetlands for water quality improvement*, Lewis Publishing, p. 9–22, 1993.

BURIAN, S. J. et al. Urban wastewater management in the united states: Past, present, and future. *Journal of Urban Technology*, Taylor & Francis, v. 7, n. 3, p. 33–62, 2000.

CÂNDIDO, L. F.; BARRETO, J. M. L.; BARROS NETO, J. d. P. Análise da produção científica relacionada ao custeio-meta (target costing) na construção civil nos últimos 5 anos (2009-2013). *Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, v. 15, p. 1388–1397, 2014.

CERQUEIRA, L. S. et al. Produção científica em gestão de recursos hídricos no brasil no período de 2002 a 2011: uma análise da sua contribuição para o setor. *Gestão & Planejamento-G&P*, v. 17, n. 2, 2016.

DUTRA, A. et al. The construction of knowledge from the scientific literature about the theme seaport performance evaluation. *International Journal of Productivity and Performance Management*, Emerald Group Publishing Limited, v. 64, n. 2, p. 243–269, 2015.

ENSSLIN, L. et al. Proknow-c, knowledge development process-constructivist. *Processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI. Brasil*, v. 10, n. 4, p. 2015, 2010.

ENSSLIN, S. R. et al. Processo estruturado de revisão da literatura e análise bibliométrica sobre avaliação de desempenho de processos de implementação de eficiência energética. *Revista Brasileira de Energia*, v. 20, n. 1, p. 21–50, 2014.

ERCOLE, L. A. d. S. Sistema modular de gestão de águas residuárias domiciliares: uma opção mais sustentável para a gestão de resíduos líquidos. 2003.

FERRO, W. A. et al. Estudo bibliométrico estruturado da literatura sobre a integração de métodos quantitativos e qualitativos na previsão de demanda com ajuste de especialistas. 2016.

FONSECA, A. R. *Tecnologias sociais e ecológicas aplicadas ao tratamento de esgotos no Brasil*. Tese (Doutorado), 2008.

FORESTI, N. A. B. Contribuição das revistas brasileiras de biblioteconomia e ciência da informação enquanto fonte de referência para a pesquisa. *Ciência da Informação*, v. 19, n. 1, 1990.

GOOGLE. *Google Acadêmico*. 2004. Disponível em: <https://scholar.google.com.br>.

HABERL, R.; PERFLER, R.; MAYER, H. Constructed wetlands in europe. *Water Science and Technology*, Elsevier, v. 32, n. 3, p. 305–315, 1995.

HOFFMAN, H. et al. Propostas para o saneamento descentralizado no brasil (tecnologias de baixo custo para o tratamento de esgotos urbanos). *ICTR–Instituto de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável, Costão do Santinho*, p. 715, 2004.

IBGE. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD*. [S.l.]: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2016.

JANTRANIA, A. R.; GROSS, M. A. *Advanced onsite wastewater systems technologies*. [S.l.]: CRC Press, 2006.

KNOFF, L. C. et al. Mapeamento de publicações científicas sobre estratégia de manufatura: uma abordagem baseada em processos. *Revista Produção Online*, v. 14, n. 2, p. 403–429, 2014.

KRETER, K.; CARDONA, J. A. Steps towards implementing decentralized rural sanitation solutions: an institutional assessment of the Brazilian sanitation sector. *Water Practice and Technology*, IWA Publishing, London, v. 12, n. 2, p. 363–371, jun 2017.

LACERDA, R. T. d. O.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. Research opportunities in strategic management field: a performance measurement approach. *International Journal of Business Performance Management*, Inderscience Publishers Ltd, v. 15, n. 2, p. 158–174, 2014.

LARSEN, T. A. et al. *Source separation: will we see a paradigm shift in wastewater handling?* [S.l.]: ACS Publications, 2009.

LENS, P.; ZEEMAN, G.; LETTINGA, G. *Decentralised sanitation and reuse*. [S.l.]: IWA publishing, 2001.

LIBRALATO, G.; GHIRARDINI, A. V.; AVEZZÙ, F. To centralise or to decentralise: An overview of the most recent trends in wastewater treatment management. *Journal of environmental management*, Elsevier, v. 94, n. 1, p. 61–68, 2012.

LOFRANO, G.; BROWN, J. Wastewater management through the ages: A history of mankind. *Science of the Total Environment*, Elsevier, v. 408, n. 22, p. 5254–5264, 2010.

LOPES, S. et al. A bibliometria e a avaliação da produção científica: indicadores e ferramentas. In: *Actas do congresso Nacional de bibliotecários, arquivistas e documentalistas*. [S.l.: s.n.], 2012.

MASSOUD, M. A.; TARHINI, A.; NASR, J. A. Decentralized approaches to wastewater treatment and management: applicability in developing countries. *Journal of environmental management*, Elsevier, v. 90, n. 1, p. 652–659, 2009.

OKUBO, Y. Bibliometric indicators and analysis of research systems. 1997. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/content/paper/208277770603>.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. L. Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa [online]. In: ____. [S.l.]: ISBN 9788578792824, 2013. cap. Tratamento descentralizado de águas residuárias domésticas: uma estratégia de inclusão social, p. 213–232.

PARKINSON, J.; TAYLER, K. Decentralized wastewater management in peri-urban areas in low-income countries. *Environment and Urbanization*, v. 15, n. 1, p. 75–90, apr 2003. ISSN 0956-2478. Disponível em: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/095624780301500119>.

PLATAFORMA SUCUPIRA. Disponível em <https://sucupira.capes.gov.br>. Acesso em 05 mar. 2019.

PRITCHARD, A. et al. Statistical bibliography or bibliometrics. *Journal of documentation*, New York, v. 25, n. 4, p. 348–349, 1969.

SALATI, E. Controle de qualidade de água através de sistemas de wetlands construídos. *FBDS-Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: http://www. fbds. org. br/fbds/Apresentacoes/Controle_Qualid_Agua_Wetlands_ES_out06. pdf. Acesso em*, v. 20, n. 11, p. 2014, 2006.

SARTORI, S. et al. Mapeamento do estado da arte do tema sustentabilidade ambiental direcionado para a tecnologia de informação. *TransInformação*, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, v. 26, n. 1, 2014.

SILVA, C.; BERNARDES, R. S.; RAMOS, M. L. G. Remoção de matéria orgânica do esgoto em solo de wetland construído. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, SciELO Brasil, v. 20, n. 4, p. 533–542, 2015.

SILVA NETTO, J. C. *Sistemas Descentralizados de Esgotamento Sanitário no Bairro Jabotiana em Aracaju*. [S.l.], 2018.

SOARES, S. V.; PICOLLI, I. R. A.; CASAGRANDE, J. L. Pesquisa bibliográfica, pesquisa bibliométrica, artigo de revisão e ensaio teórico em administração e contabilidade. *Administração: Ensino e Pesquisa*, Associação Nacional dos Cursos de Graduação em Administração-ANGRAD, v. 19, n. 2, p. 1–19, 2018.

TANIZAKI, J. *Em louvor das sombras*. [S.l.]: São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

TASCA, J. E. et al. An approach for selecting a theoretical framework for the evaluation of training programs. *Journal of European industrial training*, Emerald Group Publishing Limited, v. 34, n. 7, p. 631–655, 2010.

TREIN, C. M. et al. Tratamento descentralizado de esgotos de empreendimentos comercial e residencial empregando a ecotecnologia dos wetlands construídos. *Ambiente Construído*, v. 15, n. 4, p. 351–367, 2015.

USEPA. Primer for municipal wastewater treatment systems. Office of Water, Office of Wastewater Management, 2004.

VYMAZAL, J. Constructed wetlands for wastewater treatment: five decades of experience. *Environmental science & technology*, ACS Publications, v. 45, n. 1, p. 61–69, 2010.

WAICZYK, C.; ENSSLIN, E. R. Avaliação de produção científica de pesquisadores: mapeamento das publicações científicas. *Revista Contemporânea de Contabilidade*, v. 10, n. 20, p. 97–112, 2013.