

## PEGADA HÍDRICA NO AMBIENTE INDUSTRIAL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA DE 2011 A 2016

Luana Ferreira Pires\*

Cristiane Hengler Corrêa Bernardo\*\*

Eduardo Guilherme Satolo\*\*\*

Timóteo Ramos Queiróz\*\*\*\*

Angélica Gois Morale\*\*\*\*\*

**RESUMO:** O objetivo deste artigo foi realizar uma Revisão Bibliográfica Sistemática das publicações científicas acerca da aplicação da Pegada Hídrica no ambiente industrial, no período compreendido entre os anos de 2011 e 2016. Para tanto, foi adotado, como método, o roteiro da Revisão Bibliográfica Sistemática. As publicações com envolvimento do escopo determinado neste trabalho estão em um estágio emergente e exploratório. Ainda que estudos na área estejam em ascensão e periódicos de relevância científica demonstrem interesse em divulgá-los, a literatura é carente de obras que abordem a utilização do indicador, especialmente no âmbito da indústria, uma vez que existe maior recorrência da abordagem no campo. Existe, portanto, oportunidade de pesquisa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água; Indústria; Revisão Bibliográfica Sistemática.

## WATER FOOTPRINT IN INDUSTRIES: A SYSTEMATIC BIBLIOGRAPHICAL SURVEY FROM 2011 TO 2016

**ABSTRACT:** A systematic bibliographic survey was undertaken with regard to scien-

---

\* Mestre em Agronegócio e Desenvolvimento pelo Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Tupã. Brasil.

\*\* Doutora em Educação pela UFMS. Docente do Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Tupã e pesquisadora do grupo de pesquisa em Gestão e Educação Ambiental (PGEA/UNESP). Brasil.

\*\*\* Doutor em Engenharia de Produção pela UNIMEP. Docente do Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Tupã e pesquisador do grupo de pesquisa CEPEAGRO/UNESP. Brasil.

\*\*\*\* Doutor em Engenharia de Produção pela UFSCar. Docente do Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Tupã e pesquisador do grupo de pesquisa CEPEAGRO/UNESP. Brasil.

\*\*\*\*\* Doutora em Meio Ambiente e Desenvolvimento pela UFPR. Docente do Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Tupã e pesquisadora líder do grupo de pesquisa em Gestão e Educação Ambiental (PGEA/UNESP). Brasil.

---

tific publications on the application of Water Footprint within the industrial environment during the 2011-2016 period. Methodology consisted of the systematic bibliographic survey plot. Publications on the subject are still within an emergent and exploratory stage. Even though such studies are on the increase and several scientific journals are eager to publish results, the literature lacks a bibliography that deals with the use of the index, especially within the industry sector. This is due to a greater recurrence of the field approach. Several research works are possible.

**KEY WORDS:** Water; Industry; Systematic bibliographic survey.

## INTRODUÇÃO

O crescimento populacional, somado ao aumento do consumo e à poluição dos recursos hídricos, reflete o quadro de crise na quantidade e na qualidade da água doce em todo o mundo, atualmente utilizada pelos seres humanos em 54% do total disponível na Terra (LAMAstra, 2014).

Segundo dados da Agência Nacional das Águas (ANA), a maior utilização da água no mundo (70%) está concentrada na produção agrícola. Em seguida aparecem a indústria (22%) e o uso doméstico (8%). A representatividade do primeiro setor está associada ao desperdício hídrico, de aproximadamente 70%, segundo a Fundação SOS Mata Atlântica, e à prática de irrigação, principal responsável pelo consumo no segmento.

Além da atividade agrícola, produtos industrializados oriundos do agronegócio demandam também grande quantidade de água no seu processamento, entretanto, Hoekstra *et al.* (2011) comentam o desconhecimento do consumidor final sobre a apropriação do recurso para produção desses bens. Para o autor, o reconhecimento do impacto ambiental requer uma análise holística, abrangedora da utilização hídrica em toda cadeia produtiva.

A Pegada Hídrica (PH) é um indicador que parte dessa ótica de consumo. Além dos aspectos de utilização e disponibilidade, estudados também por instrumentos de vulnerabilidade, escassez física e econômica, e pobreza, relacionados ao recurso, a PH contempla ainda a água incorporada nos produtos, análise que requer a mensuração do volume hídrico consumido ao longo de toda uma cadeia produtiva

(DONG et al., 2013).

Alicerçada no conceito de água virtual<sup>6</sup>, a PH se distingue por situar seu cálculo no tempo e no espaço, e ser multidimensional, visto que retorna resultados decompostos por componente verde, azul e cinza. A pegada verde representa a água não escoada da chuva; a azul a água superficial ou subterrânea, e a cinza o volume de água necessário para assimilar uma carga de poluentes (HOEKSTRA et al., 2011).

Embora recentes na academia, esses conceitos tornaram-se interesse de pesquisa e resultado de publicações de estudos de PH e água virtual em diferentes escalas, concentrados, majoritariamente, nos âmbitos regional e agrícola, em detrimento do cálculo no setor industrial, ainda embrionário (LI; CHEN, 2014; GU et al., 2015).

Ainda que a PH operacional de algumas indústrias seja insignificante quando comparada à PH da cadeia de fornecimento, segundo Lambooy (2011), esses empreendimentos são grandes utilizadores de água e expressam contribuição significativa na poluição hídrica. Ademais, dada a importância do recurso para as operações, as organizações estão expostas aos riscos relacionados à gestão hídrica inadequada, assim, torna-se fundamental assumir um comportamento responsável para a utilização sustentável e conservação da água (ERCIN; ALDAYA; HOEKSTRA, 2012).

Considerando o exposto, este artigo tem como objetivo realizar uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) das publicações científicas acerca da aplicação da Pegada Hídrica no ambiente industrial, durante o período de 2011 a 2016.

## 2 MÉTODO

O método adotado para este artigo foi o roteiro de RBS proposto por Conforto, Amaral e Silva (2011), o RBS *Roadmap*. O modelo para sua condução está alicerçado em três fases - Entrada, Processamento e Saída -, cada uma delas detalhada na sequência.

### 2.1 ENTRADA

---

<sup>6</sup> A expressão “água virtual” é conceituada como o volume hídrico necessário para a produção de um bem. Quando são comercializados produtos entre lugares diferentes, observa-se pouca transferência hídrica física direta, contudo, o deslocamento de água virtual, incorporada na mercadoria, é representativo (ALLAN, 1999; CHAPAGAIN; HOEKSTRA, 2003).

O Quadro 1 apresenta os fundamentos estabelecidos para cada etapa da fase de entrada.

**Quadro 1.** Fundamentos da fase de entrada do RBS *Roadmap*

<b>1.1 Problema</b>
Como se configuram as publicações científicas acerca da aplicação da Pegada Hídrica no ambiente industrial, durante o período de 2011 a 2016?
<b>1.2 Objetivo</b>
Realizar uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) das publicações científicas acerca da aplicação da Pegada Hídrica no ambiente industrial, durante o período de 2011 a 2016.
<b>1.3 Fontes primárias</b>
a. Indicação de especialistas.
b. <i>Scopus</i> .
<b>1.4 Strings de busca</b>
<i>water footprint AND industry AND water management.</i>
<b>1.5 Critérios de inclusão</b>
a. Período de 2011 a 2016.
b. Apenas artigos.
c. Publicações com ênfase na aplicação da PH na indústria.
<b>1.6 Métodos e ferramentas</b>
Proposta de Conforto, Amaral e Silva (2011).

Fonte: Elaborado pela autora.

Salienta-se que a definição da fonte primária configura-se resultado de uma pesquisa preliminar com a utilização das *strings* de busca *water footprint AND industry AND water management*, na data de 13 de setembro de 2016. As bases de dados selecionadas para o levantamento de publicações, conforme indicação da orientadora, foram o Portal de Periódicos CAPES/MEC, *Web of Science* e *Scopus*.

A *Scopus* foi selecionada como fonte primária por retornar 540 publicações para as *strings* de busca, frente a 25 resultados do Portal de Periódicos CAPES/MEC e 11 da *Web of Science*. Ela é a maior base de dados da literatura revisada por pares, abrange anais de eventos, livros e periódicos científicos de produções nas áreas de ciência, tecnologia, medicina, ciências sociais e artes e humanidades (ELSEVIER, 2016).

Da mesma forma, a definição das *strings* de busca foi antecedida por uma pesquisa preliminar, a partir da qual determinou-se a combinação indicada por traduzir-se na mais pertinente para responder ao problema e alcançar os objetivos. Houve a necessidade de apropriação dos termos unicamente na língua inglesa, visto que em português a busca não retornou resultados.

### 2.3 PROCESSAMENTO

A segunda fase do RBS *Roadmap*, o processamento, iniciou-se pela busca dos termos *water footprint*, *industry* e *water management*, pertinentes ao objetivo proposto, de forma isolada, na base de dados selecionada. Como mencionado, decidiu-se pela apropriação exclusiva da língua inglesa, em função do volume dos resultados.

A busca isolada dos termos supracitados retornou, respectivamente, 996, 1.258.203 e 100.068 publicações. A combinação dos termos (*water footprint AND industry AND water management*) reduziu os resultados para 540 publicações, sobre as quais foram estabelecidos critérios a fim de identificar os artigos para análise.

Do total de publicações encontradas na base de dados (540 publicações), os principais tipos de documentos eram artigos, revisões, livros e capítulos de livros, publicados de 2008 a 2016. Para esta RBS foram considerados apenas os artigos dos anos de 2011 a 2016, correspondentes a 354 obras.

Na sequência decorreram três fases de leitura, a saber: leitura do título e *abstract*, leitura da introdução e conclusões, e, leitura completa. Percorrido esse caminho, do montante de 354 artigos foram selecionados doze para análise.

As fases de leitura foram iniciadas pela verificação do título e *abstract* dos 354 artigos, dos quais 31 foram mantidos. Nessa fase, foi constatado se os artigos contemplavam a indústria, como recorte espacial, e a aplicação do método nesse espaço. O volume significativo de obras desconsideradas é justificado por elas, majoritariamente, abordarem apenas o cálculo da PH na produção agrícola, sem o alcance do ambiente industrial, ou apresentarem uma discussão acerca do indicador, sem efetuar a mensuração.

Na segunda fase de leitura, referente à verificação da introdução e das conclusões, os critérios anteriores foram confirmados e a eles foram somadas a apura-

 o dos artigos disponíveis e em duplicidade. Dessa forma, das 31 obras, dezoito foram mantidas.

Na terceira fase foram lidos os dezoito artigos, dos quais seis não se concentravam no cáculo da PH na indústria. Esses, portanto, foram desconsiderados e, ao final das leituras, doze artigos foram selecionados para compor a análise. As obras estão identificadas no Quadro 2.

**Quadro 2.** Identifica o dos artigos selecionados para análise

(Continua)

Autor	Título	Institui�o de ensino envolvida	Países	Periódico
ANTONELLI; RUINI (2015)	<i>Business engagement with sustainable water resource management through water footprint accounting: the case of the Barilla Company</i>	Roma Tre University	Itália	<i>Sustainability</i>
BOULAY et al. (2015)	<i>Analysis of water use impact assessment methods (part B): applicability for water footprint and decision making with a laundry case study</i>	Ecole Polytechnique of Montreal; Technical University of Berlin	Canad�, Alemanha	<i>The International Journal of Life Cycle Assessment</i>
CAVALCANTE; MACHADO; LIMA (2013)	Avalia�o do desempenho ambiental e racionaliza�o do consumo de água no segmento industrial de produ�o de bebidas	Universidade Federal do Pará	Brasil	<i>Revista Ambiente &amp; água</i>
ENE et al. (2013)	<i>Water footprint assessment in the wine-making industry: a case study for a Romanian medium size production plant</i>	Gheorghe Asachi Technical University of Iasi	Rom�nia	<i>Journal of Cleaner Production</i>

(Conclusão)

Autor	Título	Instituição de ensino envolvida	Países	Periódico
ERCIN; ALDAYA; HOEKSTRA (2012)	<i>The water footprint of soy milk and soy burger and equivalent animal products</i>	<i>University of Twente</i>	Holanda	<i>Ecological Indicators</i>
GU et al. (2015)	<i>Calculation of water footprint of the iron and steel industry: a case study in Eastern China</i>	<i>Tongji University; University of California</i>	China, Estados Unidos	<i>Journal of Cleaner Production</i>
HUANG et al. (2014)	<i>Water availability footprint of milk and milk products from large-scale dairy production systems in Northeast China</i>	<i>China Agricultural University; Southwest University of Science and Technology</i>	China	<i>Journal of Cleaner Production</i>
NICCOLUCCI et al. (2011)	<i>The real water consumption behind drinking water: The case of Italy</i>	<i>University of Siena</i>	Itália	<i>Journal of Environmental Management</i>
NORTHEY et al. (2014)	<i>Evaluating the application of water footprint methods to primary metal production systems</i>	Sem instituição de ensino envolvida*	Austrália	<i>Minerals Engineering</i>
SUBHADRA; EDWARDS (2011)	<i>Coproduct market analysis and water footprint of simulated commercial algal biorefineries</i>	<i>University of New Mexico; Arizona State University</i>	Estados Unidos	<i>Applied Energy</i>
SUTTAYAKUL et al. (2016)	<i>Water footprints of products of oil palm plantations and palm oil mills in Thailand</i>	<i>Prince of Songkla University</i>	Tailândia	<i>Science of The Total Environment</i>
VAN OEL; HOEKSTRA (2012)	<i>Towards quantification of the water footprint of paper: A first estimate of its consumptive component</i>	<i>University of Twente</i>	Holanda	<i>Water Resources Management</i>

\* Estudo desenvolvido pelo Instituto de Pesquisa Científica australiano *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO)*.

Fonte: Elaborado pela autora.

Encerrada a segunda fase do RBS *Roadmap*, o processamento, na sequência é apresentada a terceira fase, a saída.

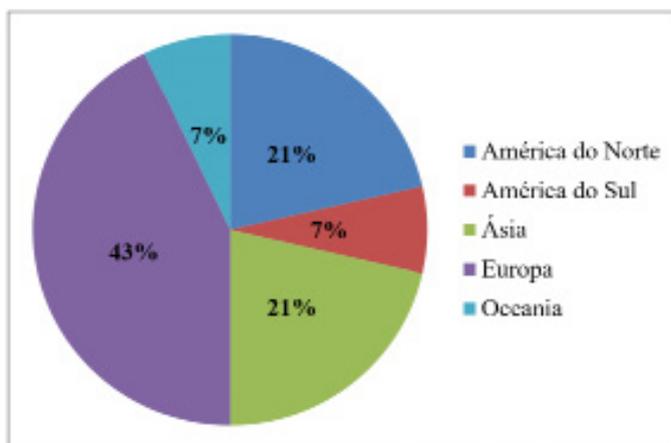
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerando os doze artigos selecionados para análise, são apresentadas as saídas, características da terceira fase do modelo de RBS *Roadmap*.

#### 3.1 PANORAMA GERAL DAS PUBLICAÇÕES

O maior volume de publicações que contemplaram a aplicação da Pegada Hídrica na indústria, no período estudado, concentrou-se no ano de 2015, com três artigos, e o menor no ano de 2016, com um artigo. No restante do período houve uma constante de dois artigos por ano. Dessa forma, verificou-se um declínio do número de obras publicadas, situação que, possivelmente, denota uma lacuna na produção científica acerca da aplicação da PH na indústria, escassez alegada por Boulay et al. (2015) e Owusu-Sekyere, Scheepers e Jordaan (2016), ainda que a tendência das pesquisas sobre o indicador seja de crescimento, conforme Vanham (2016).

A fim de identificar a principal origem das obras selecionadas e, conseqüentemente, onde se concentra a maior parte das pesquisas pertinentes ao escopo determinado neste artigo, os países envolvidos nas produções foram dispostos em continentes (Gráfico 1).



**Gráfico 1.** Continente de origem dos artigos

Fonte: Elaborado pela autora.

Os estudos na área estão presentes em grande parte dos continentes, com destaque para a Europa, principal origem dos artigos, com 43% das pesquisas (seis artigos), seguida da América do Norte e América do Sul, cada uma com 21% (três artigos) e da Ásia e Oceania, cada uma com 7% (um artigo).

Em termos de país, China, Estados Unidos, Holanda e Itália revelaram-se as principais origens dos artigos, com duas publicações provenientes de cada um. Alemanha, Austrália, Brasil, Canadá, Romênia e Tailândia também foram representados, cada um com uma obra.

Ressalta-se que houve estudos com parceria entre nações, portanto, mais de um país esteve envolvido em uma única pesquisa. Ademais, constatou-se a participação de entidades governamentais, centros de pesquisa e empresas em apoio às instituições de ensino no desenvolvimento dos estudos.

No que toca os meios de divulgação, dos doze artigos analisados, três deles pertencem ao *Journal of Cleaner Production*, e os demais integram outras nove revistas científicas, conforme o Quadro 3, que também apresenta índices de avaliação<sup>7</sup> dos periódicos, e número de citações dos artigos.

**Quadro 3.** Índices de avaliação dos periódicos e número de citações dos artigos

Título	Periódico	Qualis	Fator de Impacto	Índice H	Nº de citações
<i>Business engagement with sustainable water resource management through water footprint accounting: the case of the Barilla Company</i>	<i>Sustainability</i>	B1	1,34	27	2
<i>Analysis of water use impact assessment methods (part B): applicability for water footprint and decision making with a laundry case study</i>	<i>The International Journal of Life Cycle Assessment</i>	A2	3,32	69	3
Avaliação do desempenho ambiental e racionalização do consumo de água no segmento industrial de produção de bebidas	Revista Ambiente & Água	B1	NC	4	0
<i>Water footprint assessment in the winemaking industry: a case study for a Romanian medium size production plant</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	A1	4,96	96	33
<i>The water footprint of soy milk and soy burger and equivalent animal products</i>	<i>Ecological Indicators</i>	A1	3,19	63	22

<sup>7</sup> O Qualis avalia a qualidade das produções científicas a partir da análise de periódicos científicos e anais de eventos. Dos estratos indicativos da qualidade, A1 corresponde ao mais elevado e C ao menos elevado (FUNDAÇÃO CAPES, 2014).

O Fator de Impacto (FI) consiste na razão entre o número de citações dos artigos publicados em dado periódico e o total de artigos publicados no mesmo periódico, no período de dois anos. Quanto maior o resultado, maior a frequência de citações (WEB OF SCIENCE, 2016).

O Índice H representa o número de artigos (h) que foram citados no mínimo h vezes. Quanto maior o resultado, maior a produtividade e o impacto científico do periódico (SJR, 2016).

<i>Calculation of water footprint of the iron and steel industry: a case study in Eastern China</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	A1	4,96	96	9
<i>Water availability footprint of milk and milk products from large-scale dairy production systems in Northeast China</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	A1	4,96	96	9
<i>The real water consumption behind drinking water: The case of Italy</i>	<i>Journal of Environmental Management</i>	A1	3,13	104	10
<i>Evaluating the application of water footprint methods to primary metal production systems</i>	<i>Minerals Engineering</i>	A1	1,81	67	3
<i>Coproduct market analysis and water footprint of simulated commercial algal biorefineries</i>	<i>Applied Energy</i>	A1	5,74	99	47
<i>Water footprints of products of oil palm plantations and palm oil mills in Thailand</i>	<i>Science of The Total Environment</i>	A1	3,98	160	1
<i>Towards quantification of the water footprint of paper: A first estimate of its consumptive component</i>	<i>Water Resources Management</i>	NC	2,44	58	30

NC = Não consta.

Fonte: Elaborado pela autora.

Neste artigo, independente da área, foi considerada a maior avaliação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) atribuída a cada periódico, do ano base 2014. Dessa forma, seis periódicos são qualificados com Qualis A1, dois com B1, um com A2 e um não consta nos registros da plataforma Sucupira.

O Fator de Impacto (FI), consultado na *Web of Science*, variou entre 1,34 e 5,74, com destaque para os periódicos *Applied Energy* (FI = 5,74), *Journal of Cleaner Production* (FI = 4,96) e *Science of The Total Environment* (FI = 3,98). O menor FI foi atribuído ao *Sustainability* (FI = 1,34) e a Revista Ambiente & Água não consta nos registros da plataforma.

A variação do Índice H foi de 4 a 160, conforme consultado no portal *Scimago Journal & Country Rank*, com destaque para os periódicos *Science of The Total Environment* (Índice H = 160), *Journal of Environmental Management* (Índice H = 104) e *Applied Energy* (Índice H = 99). A menor avaliação foi atribuída para a Revista Ambiente & Água (Índice H = 4).

Por fim, o número de citações dos artigos, disponíveis na base de dados utilizada para as buscas, variaram entre 0 e 47, com destaque para os artigos dos periódicos *Applied Energy* (47 citações), *Journal of Cleaner Production* (33 citações), *Water Resources Management* (30 citações). Apenas o artigo da Revista Ambiente & Água não registrou citações.

### 3.2 SOBRE O CONTEÚDO ACERCA DA PEGADA HÍDRICA NAS INDÚSTRIAS

Na dimensão industrial, o cálculo da PH permite identificar o volume de água consumido por componente verde, azul e cinza, contudo, é possível que apenas parte delas seja considerada em um estudo ou ainda que não exista distinção entre elas, e seja apontado apenas o resultado final do indicador.

As principais componentes calculadas nos estudos foram a azul (oito artigos), a cinza (seis artigos) e a verde (cinco artigos). A escassez e os custos de oportunidade associados favorecem o interesse em mensurar apenas a componente azul, e podem justificar o destaque de sua contabilização em comparação às demais (HOEKSTRA et al., 2011).

Salienta-se que em sete artigos foi calculada mais de uma componente da PH, simultaneamente, e nos números mencionados é considerado o total de vezes que cada componente foi mensurada em todas as obras. Esse dado está detalhado no Quadro 4 e relacionado com o recorte espacial adotado em cada pesquisa.

**Quadro 4.** Cálculo das componentes da PH e recorte espacial no artigo

Artigo	Componente da PH				Recorte espacial	
	Verde	Azul	Cinza	Indistinta	Campo	Indústria
ANTONELLI; RUINI (2015)						
BOULAY et al. (2015)						
CAVALCANTE; MACHADO; LIMA (2013)						
ENE et al. (2013)						
ERCIN; ALDAYA; HOEKSTRA (2012)						
GU et al. (2015)						
HUANG et al. (2014)						
NICCOLUCCIA et al. (2011)						
NORTHEY et al. (2014)						
SUBHADRA; EDWARDS (2011)						
SUTTAYAKULA et al. (2016)						
VAN OEL; HOEKSTRA (2012)						

Fonte: Elaborado pela autora.

Dos doze artigos analisados, em sete foram determinados o campo e a indústria como recorte espacial, desses, em três foram calculadas todas componentes da PH, em dois a componente azul, em um as componentes azul e verde e, por fim, em um não foi realizada a distinção.

Em três dos cinco artigos restantes, referentes apenas à indústria como recorte espacial, as componentes da PH não foram diferenciadas. Nas outras duas obras foram calculadas as componentes azul e cinza. A ausência da componente verde nos estudos de escopo industrial justifica-se pela sua relevância, particularmente, para a agricultura e produtos florestais, pois ela compreende a evapotranspiração de águas pluviais, dinâmica característica do campo (NICCOLUCCI et al., 2011).

Ademais, Gu et al. (2015) afirmam que a componente não se torna interessante para os gestores das indústrias quando as instalações não dispõem de um sistema de captação de água da chuva. Nesse sentido, o cálculo da componente verde

em cinco artigos que compreenderam o campo como recorte espacial demonstra sua relevância nesse contorno.

Constatou-se ainda a heterogeneidade de culturas exploradas nessas obras, a saber: trigo, uva, soja, alga, dendezeiro e silvicultura. Entretanto, por meio da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), foi possível agrupar as indústrias e identificar os principais setores nos quais a PH foi aplicada nos artigos (Quadro 5).

**Quadro 5.** Indústrias abordadas nos artigos analisados classificadas por divisão do CNAE

<b>Título do artigo</b>	<b>Divisão da CNAE</b>	<b>Produto final</b>
ANTONELLI; RUINI (2015)	Fabricação de produtos alimentícios	Massas
BOULAY et al. (2015)	Fabricação de produtos químicos	Detergente
CAVALCANTE; MACHADO; LIMA (2013)	Fabricação de bebidas	Bebidas
ENE et al. (2013)	Fabricação de bebidas	Vinho
ERCIN; ALDAYA; HOEKSTRA (2012)	Fabricação de produtos alimentícios	Hambúrguer Leite
GU et al. (2015)	Metalurgia	Ferro Aço
HUANG et al. (2014)	Fabricação de produtos alimentícios	Leite
NICCOLUCCI et al. (2011)	Fabricação de bebidas	Água engarrafada
NORTHEY et al. (2014)	Metalurgia	Cobre Níquel Ouro
SUBHADRA; EDWARDS (2011)	Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	Biocombustível
SUTTAYAKUL et al. (2016)	Fabricação de produtos alimentícios	Óleo de dendezeiro
VAN OEL; HOEKSTRA (2012)	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	Papel

Fonte: Elaborado pela autora.

Todas as indústrias envolvidas nos artigos, em função do seu produto final, pertencem à seção “Indústria de transformação” da CNAE, contudo, a partir das especificidades desses bens, é possível agrupá-las em divisões. Assim, destacam-se em quatro artigos as indústrias de fabricação de produtos alimentícios, em três artigos fabricação de bebidas e em dois artigos metalurgia. Ao encontro disso, Costa (2014) aponta alimentos e bebidas como os setores que mais utilizam o cálculo da PH, juntamente com biocombustíveis e carnes.

Embora, a partir da CNAE, seja possível determinar os setores envolvidos nos artigos, a Figura 1 demonstra a diversidade de indústrias e abordagens conferidas à PH. Nela estão destacados os termos que foram utilizados com maior frequência como palavras-chave das obras.



**Figura 1.** Nuvem de palavras-chave

Fonte: Elaborada pela autora no *Tagcrowd*.

Foi identificado um total de 60 palavras-chave nos artigos analisados, das quais se destacaram apenas duas, *water footprint* e *lifecycle assessment*, Pegada Hídrica e Avaliação do Ciclo de Vida, respectivamente. Esses foram, portanto, os termos mais recorrentes nas publicações em relação aos demais, que ocorreram com a mesma frequência entre si. Dessa forma, não é possível reconhecer uma tendência de abordagem nos estudos analisados.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise proposta por este artigo permitiu reconhecer o estágio emergente e exploratório das publicações acerca da aplicação da PH nas indústrias. A tendência de declínio, nos últimos cinco anos, das obras envolvendo as temáticas, revela uma lacuna na literatura, uma vez que cresce o interesse das organizações e a cobrança dos consumidores pela avaliação dos riscos ambientais nas empresas, bem como o número de estudos sobre o indicador.

A Europa é o continente do qual se originou a maior parte das publicações analisadas. Em termos de países, sobressaíram China, Estados Unidos, Holanda e Itália. As publicações foram veiculadas em periódicos, em síntese, bem avaliados pelo Qualis, detentoras também de registros de Fator de Impacto e de Índice H, portanto, revistas de relevância científica demonstram interesse em divulgar produções na área.

A PH azul foi a principal componente calculada nos estudos que, na maioria, abarcaram o campo e a indústria como recorte espacial, de forma a favorecer a perspectiva holística do consumo hídrico proposta pelo indicador. Ademais, segundo a CNAE, as indústrias de transformação de alimentos e bebidas foram os principais setores de aplicação do método, contudo, as abordagens dedicadas por cada estudo foram diferentes entre si, a julgar pela diversidade de palavras-chave.

A partir desta análise, identificam-se espaços na literatura passíveis de exploração, por meio de pesquisas, e preenchimento, por meio da publicação de artigos, no que toca a aplicação da PH no ambiente industrial.

#### REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Fatos e tendências: água**. Brasília: ANA, 2009.

ALLAN, J. A. **Water stress and global mitigation: water food and trade**. Arid Lands Newsletter, v. 45, 1999.

ANTONELLI, M.; RUINI, L. F. Business Engagement with Sustainable Water Resource Management through Water Footprint Accounting: The Case of the Barilla Company. **Sustainability**, v. 7, n. 6, p. 6742-6758, 2015.

BOULAY, A.; BAYART, J.; BULLE, C.; FRANCESCHINI, H.; MOTOSHITA, M.; MUÑOZ, I.; PFISTER, S.; MARGNI, M. Analysis of water use impact assessment methods (part B): applicability for water footprinting and decision making with a laundry case study. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 20, n. 6, p. 865-879, 2015.

CAVALCANTE, L. M.; MACHADO, L. C. G. T.; LIMA, A. M. M. de. Avaliação do desempenho ambiental e racionalização do consumo de água no segmento industrial de produção de bebidas. **Revista Ambiente & Água**, v. 8, n. 3, 2013.

CHAPAGAIN, A. K.; HOEKSTRA, A. Y. **Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products**. Value of Water. Research Report Series. n. 13. 2003.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. Roteiro para revisão bibliográfica sistematizada: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projeto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO - CBGDP, 8., 2011, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2011.

COSTA, L. **Contribuições para um modelo de gestão da água para a produção de bens e serviços a partir do conceito de pegada hídrica**. 2014. 182f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

DONG, H.; GENG, Y.; SARKIS, J.; FUJITA, T.; OKADERA, T.; XUE, B. Regional water footprint evaluation in China: A case of Liaoning. **Science of The Total Environment**, v. 442, p. 215-224, 2013.

ELSEVIER. Disponível em: <<https://www.elsevier.com/solutions/scopus>>. Acesso em: 30 set. 2016.

ENE, S. A.; TEODOSIU, C.; ROBU, B.; VOLF, I. Water footprint assessment in the winemaking industry: a case study for a Romanian medium size production plant. **Journal of Cleaner Production**, v. 43, p. 122-135, 2013.

ERCIN, A. E.; MAITE, M. ALDAYA, M. M.; HOEKSTRA, Y. A. The water footprint of soy milk and soy burger and equivalent animal products. **Ecological Indicators**, v. 18, p. 392-402, 2012.

FUNDAÇÃO CAPES. Ministérios da Educação. **Qualis**. 2014. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/component/content/article?id=2550:capes-aprova-a-nova-classificacao-do-qualis>>. Acesso em: 01 nov. 2016.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/>>. Acesso em: 09 out. 2015.

GU, Y.; XU, J.; KELLERA, A. A.; YUAN, D.; LI, Y.; ZHANG, B.; WENG, Q.; ZHANG, X.; DENG, P.; WANG, H.; LI, F. Calculation of water footprint of the iron and steel industry: a case study in Eastern China. **Journal of Cleaner Production**, v. 92, p. 274-281, 2015.

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K.; ALADAYA, M. M.; MEKONNEN, M. M. **Manual de Avaliação da Pegada Hídrica: Estabelecendo o Padrão Global**. Earthscan: Londres, 2011.

HUANG, J.; XU, C.; RIDOUTT, B. G.; LIU, J.; ZHANG, H.; CHEN, F.; LI, Y. Water availability footprint of milk and milk products from large-scale dairy production systems in Northeast China. **Journal of Cleaner Production**, v. 79, p. 91-97, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Comissão Nacional de Classificação. **Classificação Nacional de Atividades Econômicas**. Disponível em: <[http://cnae.ibge.gov.br/?option=com\\_cnae&view=estrutura&Itemid=6160&-chave=&tipo=cnae&versao\\_classe=7.0.0&versao\\_subclasse=9.1.0](http://cnae.ibge.gov.br/?option=com_cnae&view=estrutura&Itemid=6160&-chave=&tipo=cnae&versao_classe=7.0.0&versao_subclasse=9.1.0)>. Acesso em: 26 out. 2016.

LAMASTRA, L.; SUCIU, N. A.; NOVELLI, E.; TREVISAN, M. A new approach to assessing the water footprint of wine: An Italian case study. **Science of The Total Environment**, v. 490, p. 748-756, 2014.

LAMBOOY, T. Corporate social responsibility: sustainable water use. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, n. 8, p. 852-866, 2011.

LI, J. S.; CHEN, G. Q. Water footprint assessment for service sector: A case study of gaming industry in water scarce Macao. **Ecological Indicators**, v. 47, p. 164-170, 2014.

NICCOLUCCI, V.; BOTTO, S.; RUGANI, B.; NICOLARDI, V.; BASTIANONI, S.; GAGGI, C. The real water consumption behind drinking water: the case of Italy. **Journal of Environmental Management**, v. 92, n. 10, p. 2611-2618, 2011.

NORTHEY, S. A.; HAQUE, N.; LOVEL, R.; COOKSEY, M. A. Evaluating the application of water footprint methods to primary metal production systems. **Minerals Engineering**, v. 69, p. 65-80, 2014.

OWUSU-SEKYERE, E.; SCHEEPERS, M. E.; JORDAAN, H. Water Footprint of Milk Produced and Processed in South Africa: Implications for Policy-Makers and Stakeholders along the Dairy Value Chain. **Water**, v. 8, n. 8, 2016.

PORTAL DE PERIÓDICOS CAPES/MEC. Disponível em: <<http://www-periodicos-capes.gov.br.ez87.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 13 set. 2016.

PLATAFORMA SUCUPIRA. **Periódicos Qualis**. Disponível em: <<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf>>. Acesso em: 01 nov. 2016.

SCIMAGO JOURNAL & COUNTRY RANK (SJR). Disponível em: <<http://www.scimagojr.com/>>. Acesso em: 01 nov. 2016.

SCIMAGO JOURNAL & COUNTRY RANK (SJR). **Help**. Disponível em: <[http://www.scimagojr.com/help.php#rank\\_journals](http://www.scimagojr.com/help.php#rank_journals)>. Acesso em: 01 nov. 2016.

SCOPUS. Disponível em: <<https://www-scopus-com.ez87.periodicos.capes.gov.br/home.uri>>. Acesso em: 13 set. 2016.

SUBHADRA, B. G.; EDWARDS, M. Coproduct market analysis and water footprint of simulated commercial algal biorefineries. **Applied Energy**, v. 88, p. 3515-3523, 2011.

SUTTAYAKUL, P.; H-KITTIKUN, A.; SUKSAROJ, C.; MUNGKALASIRI, J.; WISANSU-WANNAKORN, R.; MUSIKAVONG, C. Water footprints of products of oil palm plantations and palm oil mills in Thailand. **Science of The Total Environment**, v. 524, p. 521-529, 2016.

TAGCROWD. Disponível em: <<http://tagcrowd.com/>>. Acesso em: 11 nov. 2016.

VAN OEL, P. R.; HOEKSTRA, Y. A. Towards Quantification of the Water Footprint of Paper: A First Estimate of its Consumptive Component. **Water Resources Management**, v. 26, n. 3, p. 733-749, 2012.

VANHAM, D. Does the water footprint concept provide relevant information to address the water-food-energy-ecosystem nexus? **Ecosystem Services**, v. 17, p. 298-307, 2016.

WEB OF SCIENCE. Disponível em: <[http://apps-webofknowledge.ez87.periodicos.capes.gov.br/WOS\\_GeneralSearch\\_input.do?product=WOS&search\\_mode=GeneralSearch&SID=2BtXERLLiOkPkT53RJ6&preferencesSaved=](http://apps-webofknowledge.ez87.periodicos.capes.gov.br/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=2BtXERLLiOkPkT53RJ6&preferencesSaved=)>. Acesso em: 13 set. 2016.

WEB OF SCIENCE. **The Thomson Reuters Impact Factor**. Disponível em: <<http://wokinfo.com/essays/impact-factor/>>. Acesso em: 13 set. 2016.

*Recebido em: 23/04/2017*

*Aceito em: 12/11/2017*