

**REVISÃO TEÓRICA ACERCA DO USO, REUSO E TRATAMENTO DE ÁGUA EM
INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS**

Tatiane Valeria Rodrigues (*), Victor Fukumoto, Alexandre de Meira Vasconcelos, Denize Minatti, Hans Michael van Bellen

* Universidade Federal do Mato Grosso do Sul; eng.valeriarodd@gmail.com

RESUMO

O objetivo basilar deste trabalho é explorar o referencial teórico a respeito do uso, reuso e tratamento dos recursos hídricos em indústrias do ramo alimentício, desde o ano de 2008 a 2018 de artigos científicos, obtidos por meio das bases de dados indexadas *Scopus* e *Web of Science*, e em teses e dissertações brasileiras. Para a análise de conteúdo utilizou-se o *software* Iramuteq como procedimento metodológico, com a finalidade de analisar o corpus textual formado pelos resumos dos trabalhos científicos. Como resultado o conteúdo foi separado em dois blocos lexicais: a) “gerenciamento hídrico”, explicado pelas classes “indicadores de consumo de água”, “uso racional da água” e “gerenciamento ambiental”; e b) “gerenciamento de águas residuais”, explicado pelo “tratamento de efluentes” e pela “medição e monitoramento”. Evidenciou-se também quatro oportunidades de pesquisa emergentes sobre o tema: “preservação dos recursos hídricos”; “reuso de água”; “novos padrões produtivos” e de “estudos empíricos”.

PALAVRAS-CHAVE: Água, Águas Residuais, Tratamento de Água, Recursos Hídricos, Indústrias de Alimentos

ABSTRACT

The main objective of this work is to explore the theoretical reference regarding the use, reuse and treatment of water resources in food industries, from the year 2008 to 2018 of scientific articles obtained through the indexed databases Scopus and Web of Science, and in Brazilian theses and dissertations. For the content analysis Iramuteq software was used as a methodological procedure, with the purpose of analyzing the textual corpus formed by the abstracts of the scientific works. As a result, the content was separated into two lexical blocks: a) "water management", explained by the classes "indicators of water consumption", "rational use of water" and "environmental management"; and (b) "wastewater management", explained by "effluent treatment" and "measurement and monitoring". There were also four emerging research opportunities on the theme: "preservation of water resources"; "water reuse"; "New productive patterns" and "empirical studies".

KEY WORDS: Water, Residual Waters, Water Treatment, Water Resources, Food Industries.

INTRODUÇÃO

Um dos problemas relacionados à contaminação dos mananciais hídricos são os lançamentos dos efluentes industriais, que incorporam à água substâncias tóxicas que podem resultar em efeitos adversos ao ecossistema. A atuação da produção de alimentos, a quantidade de indústrias alimentícias e o gerenciamento inadequado dos resíduos, bem como a precária fiscalização, contribuem para o problema da contaminação. Consequentemente, o volume de efluente gerado é elevado e é preciso compreender teórica e empiricamente como ocorre o uso, reuso e tratamento de água.

A redução, reutilização e reciclagem deveriam ser aplicados às indústrias para minimizar o consumo de recursos naturais e o impacto ambiental em países do BRICS por meio do conceito de economia circular. Isso requer um esforço sistemático em diferentes níveis (WU; GENG; LIU, 2017).

Uma estratégia adotada em vários países é a economia circular que tem a ambição de reformar o sistema econômico linear de extrair, produzir e descartar para uma abordagem regenerativa e restaurativa (STAHEL, 2017). Na economia circular, a recuperação de materiais e produtos não é tratada só no fim de vida útil, mas é contemplada desde o design. As empresas desenvolvem competências centrais em produtos e serviços circulares para facilitar a eliminação, minimização, reutilização, a reciclagem e/ou aproveitamento dos recursos ao máximo (EMF, 2012).



OBJETIVO

Este trabalho tem o objetivo de analisar o conteúdo do referencial teórico sobre o uso, reuso e tratamento de água em indústrias de alimentos dos últimos dez anos, a partir de artigos obtidos por meio das bases de dados *Scopus* e *Web of Science*. Estudar este assunto é relevante por que a expansão industrial, o consumo de recursos hídricos e como consequência a descarga de poluentes gerou uma pressão sobre o meio ambiente.

METODOLOGIA

Inicialmente foram selecionados artigos de periódicos, dissertações e teses nacionais e internacionais de 2008 a 2018 que versam direta ou indiretamente sobre o uso, reuso e tratamento de água em indústrias de alimentos, por meio de palavras-chave relacionadas ao tema de pesquisa.

Utilizaram-se as bases de dados indexadas *Scopus* e *Web of Science* por apresentarem maior abrangência sobre o tema. A base de dados *Scopus* é considerada uma das bases de dados bibliográficas mais confiáveis (GOMEZ-JAUREGUI et al., 2014) e uma das maiores e mais consolidadas bases de dados internacionais e a *Web of Science* (WoS) uma das bases de dados mais importante ao nível das revistas científicas (ARCHAMBAULT, 2009).

Os metadados dos trabalhos científicos (título, autores, ano de publicação, resumo, palavras-chave, entre outras) foram importados para o *software* Endnote para tratamento, manipulação e leitura. Este software é uma ferramenta popular no meio acadêmico, com elevado uso em revisões sistemáticas de literatura por sua praticidade para leitura e triagem dos trabalhos científicos, avaliação e comparação (BRAMER; MILIC; MAST, 2017). A partir disso, foi possível realizar a aplicação de sucessivos filtros até obter um portfólio abrangente e alinhado ao tema da pesquisa.

O primeiro filtro envolveu eliminar automaticamente os artigos duplicados que porventura estavam indexados em ambas as bases e que não possuíam informações completas e por isso, impossibilitavam a análise. Em seguida, foram excluídos todos os artigos que não tinham aderência com a pesquisa, através da leitura de seus títulos. Posteriormente, foi realizada a leitura de todos os resumos e a eliminação dos que não tratavam de estudos que trouxessem contribuições sobre o uso, reuso ou tratamento de águas em indústrias. Através do resumo é possível identificar o propósito do artigo, os métodos usados, os resultados encontrados, possibilitando uma melhor verificação de coerência ou não as finalidades da pesquisa, aqueles alinhados e disponíveis foram baixados no formato PDF. Considerou-se o acesso gratuito ao conteúdo do trabalho diretamente da base ou de outros sítios de internet.

Por fim, foram realizadas a leitura integral dos trabalhos científicos para verificar sua contribuição para alcançar o objetivo da pesquisa e a exclusão de trabalhos cujo conteúdo não apresentou subsídios para a compreensão do tema do trabalho. O resultado deste processo constituiu o portfólio bibliográfico, isto é, conjunto de artigos de periódicos, dissertações e teses selecionados mediante critérios de cronologia e de palavras-chave abrangentes, não duplicados, com título, resumo e conteúdos relevantes para a pesquisa e com acesso livre.

O método usado para atribuir significado e representação ao referencial teórico deste artigo foi a análise de conteúdo. Para isto, foram utilizados todos os resumos do portfólio bibliográfico, os quais compuseram um conjunto de textos em um arquivo único, o qual é denominado *corpus* textual. Optou-se por utilizar somente os resumos, pois nele normalmente é possível obter uma visão geral do trabalho.

Para análises dos conteúdos textuais, nesta pesquisa, foi disposta a técnica de classificação hierárquica descendente (CHD) que agrupa e organiza graficamente as palavras de acordo com sua frequência. Com isso, os resumos do portfólio bibliográfico foram divididos pelo Iramuteq em 1014 segmentos de texto, com proveito de 965, ou seja 95,17% de aproveitamento. Foram geradas duas grandes categorias com cinco classes (clusters) de segmentos de textos distintas mostradas na CHD da Figura 1. Encontraram-se 35.125 ocorrências (palavras), sendo 4.491 palavras distintas e 1.947 de



Gerenciamento de águas residuais.

Esta classe revelou duas subclasses intituladas de “tratamento de águas residuais” e “medição e monitoramento”, relatas a seguir:

A subclasse tratamento de águas residuais é a mais expressiva com 262 segmentos de texto (27,15%). Evidencia fatores relacionados a geração de água residuais, seus poluentes e suas toxicidades e o tratamento de efluentes como solução para remoção desses componentes indesejados. O tratamento necessário para a recuperação de águas residuais está relacionado com a destinação final do recurso, seja para o reuso ou para o descarte. A seleção do tipo de tratamento envolve vários fatores, como: o tipo de poluente, infraestrutura para tratamento, a qualidade desejada do efluente final e os custos de operação do sistema (BHATNAGAR; SILLANPAA, 2010).

Já a subclasse medição e monitoramento (16,17%), apresenta elementos referentes à caracterização das águas residuais por meio de análises físico-químicas e microbiológicas, que são comparadas a parâmetros técnicos e legais aplicáveis. Também foi evidenciado que os principais parâmetros utilizados para avaliar a qualidade da água para uso, reuso e descarga em indústrias alimentícias incluem a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e a demanda química de oxigênio (DQO). Os efluentes da indústria de alimentos são caracterizados por elevadas concentrações de óleos e graxas, sulfatos, nitratos e fosfatos e, por isso, possuem alta DQO e DBO e a descarga inadequada e que sem tratamento causam grandes impactos ambientais. A identificação, quantificação e caracterização dos efluentes gerados em uma indústria são importantes para a prevenção da poluição, bem como para a definição das estratégias quanto à captação, encaminhamento e tratamento das diversas correntes de efluentes geradas (HAGGARD; SHERIDAN; HARDING, 2015).

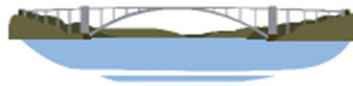
Gerenciamento hídrico

A classe gerenciamento hídrico foi representadas através de três subclasses: “uso racional”, “indicador de consumo de água” e “gerenciamento ambiental”, detalhadas em seguida:

O uso racional da água com 241 segmentos de texto (24,97%), aponta elementos associados aos recursos hídricos, práticas de preservação e conservação que indicam a viabilidade do reuso da água e como consequência disso a sustentabilidade deste recurso de forma segura. O reuso é uma das possibilidades de compromisso para reverter o problema da escassez e unir o comprometimento social e ambiental (ARIONO; PURWASASMITA; WENTEN, 2016). Pois, a água de reuso está relacionada ao desenvolvimento econômico-social, preservação da qualidade ambiental, equilíbrio ecológico e preservação de recursos ambientais. Além disso, a água pluviométrica é na maioria das vezes descartada, é um recurso que, se melhor aproveitado poderia solucionar o problema de falta de água em algumas regiões.

Indicador de consumo de água, com 176 segmentos de texto (18,24%), indica aspectos referentes a água utilizada para produção de bens e serviços, isto é, a pegada hídrica. No meio industrial a água pode ser empregada de diferentes formas, seja para consumo humano, como matéria-prima, como fluido auxiliar, na geração de energia, como fluido de aquecimento e/ou resfriamento, dentre outros. A quantidade e a qualidade da água necessárias ao desenvolvimento das atividades industriais dependem das características de cada setor.

Indicadores são necessários para o dimensionamento do volume de água usado em cada organização. A determinação da pegada hídrica quantifica o consumo de água total ao longo da cadeia produtiva (YU et al., 2010). Desta forma, é possível quantificar a apropriação de água doce e desta forma contribuir com medidas de redução no uso de água e degradação ambiental. De forma resumida, a pegada hídrica é dividida em três componentes: água azul, água verde e água cinza, sendo que todos são expressos em unidade volumétrica em água. Este indicador pode ser usado para controlar o consumo de água na indústria, pois é uma ferramenta de gestão dos recursos hídricos que permite mensurar a quantidade de água necessária ao longo da cadeia produtiva.



E por fim, mas não menos importante, a subclasse gerenciamento ambiental, com 130 segmentos de texto (13,47%), revela conceitos pertinentes ao desempenho ambiental. Nesse sentido pode-se destacar o sistema de gerenciamento ambiental baseado na norma ISO 14001, que objetiva a certificação ambiental e pode ser considerado um indicador de comprometimento com o meio ambiente, pode-se levar em consideração ainda o licenciamento ambiental que é uma exigência legal para controle ambiental.

A certificação indica que um sistema de gestão em determinado processo representa a adoção de tecnologias cada vez mais limpas e a melhoria do produto final. A responsabilidade civil da organização por danos causados ao meio ambiente e defeitos nos produtos, também passa a ser melhor conhecida. O sistema pode ser aplicado a todos os tipos e portes de organizações, adequando-se a diferentes condições geográficas, culturais e sociais.

Além disso, a administração deve definir a política ambiental, que é um dos requisitos do Sistema de Gestão Ambiental, que corresponde a um conjunto de políticas, planejamentos e procedimentos organizacionais, administrativos e técnicos para obter desempenho ambiental.

LACUNAS E OPORTUNIDADES DE PESQUISA

A leitura dos trabalhos e o resultado da análise de conteúdo evidenciaram alguns temas não tratados; outros tratados superficialmente e temas que são de maior interesse dos pesquisadores nos últimos anos quando se fala de gerenciamento hídrico que engloba o uso, reuso e tratamento de água em indústrias alimentícias.

Preservação dos Recursos Hídricos

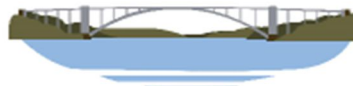
Pode-se observar através das publicações que predomina a cultura do desperdício tanto por parte da população, quanto pelas indústrias. Isto é, não há consciência de preservação. No Brasil, a água é abundante. Contudo, a urbanização e industrialização crescentes geram um problema de oferta e demanda de recursos hídricos. A água de boa qualidade, cada vez mais escassa, passou a ser tema de interesse.

A realidade brasileira, no entanto, ainda é contraditória em relação a de outras nações que sofrem há tempos com o racionamento, como Japão e Israel, que já fazem uso mais consciente da água, inserido em sua própria cultura por meio da educação ambiental (BAI et al., 2017). Com isso, percebe-se a necessidade de políticas de incentivo à conscientização e participação da população nas decisões ambientais e na gestão dos recursos hídricos.

A poluição hídrica é um fator agravante, os rios são poluídos por esgotos domésticos, efluentes industriais, resíduos hospitalares, agrotóxicos, entre outros elementos, fica claro a importância de conscientizar a sociedade de que o problema não está na disponibilidade hídrica e sim na qualidade do uso, reuso e tratamento deste recurso. Estudos relacionados sobre consumo responsável desde o ambiente escolar cooperam para que possivelmente a preservação da água seja aplicada efetivamente, tornando-se uma prática cultural.

O governo, as indústrias e a população em geral, devem unir esforços para desenvolver programas de conscientização, informação ao público sobre a importância da conservação dos recursos hídricos e da participação da população em desenvolver mecanismos de reuso e conservação da água. Embora os custos para o tratamento dos efluentes na própria indústria para o seu reuso sejam onerosos e complexos, sistemas de tratamento de efluentes convencionais, como lagoas de decantação, também o são, além de oferecerem mais riscos de contaminação ambiental.

Pesquisas sobre o custo-benefício de se implantar um sistema complexo, porém eficaz comparado a um sistema mais simples, contudo ineficiente e poluidor (consequentemente também oneroso) tornam-se necessárias para mitigar o descarte inadequado de efluentes.



Reuso das águas

Na busca por uma solução para o problema da escassez da água, a reutilização das águas residuárias está se tornando uma importante ferramenta no gerenciamento dos recursos hídricos e de políticas ambientais, porém no Brasil, há pouca experiência em reuso planejado. Para explorar plenamente o significativo potencial de reuso de água, são necessários, entre outros fatores, diretrizes mais claras de reutilização de água e investimentos em inovação tecnológica. No Brasil, não existem normas e padrões específicos para regulamentar e direcionar o reuso de águas residuárias e isto se deve à falta de tradição quanto à aplicação desta prática.

As justificativas para explicar a baixa taxa de reuso variam da falta de normas e legislação, passando pela abundância de recursos hídricos. O maior fator limitante, entretanto, se origina nos órgãos reguladores, que insistem em adotar posturas conservadoras, propondo normas irracionalmente restritivas, que apenas contribuem para impedir a importantíssima prática de reuso de água no Brasil (HESPANHOL, 2015).

A legislação brasileira permite o reuso da água somente para fins não potáveis. Em contrapartida em outros países a água de reuso é utilizada também para fins potáveis, logicamente que após o tratamento adequado para cada fim de reuso. A prática de reuso potável direto para abastecimento público já está estabelecida em diversos estados americanos, na África do Sul, Austrália, Bélgica, Namíbia e Singapura, sem que tenham sido detectados problemas de saúde pública associados (HESPANHOL, 2015).

O conceito de reuso evidenciado na literatura, na maioria das vezes é exposto com os mesmos exemplos, majoritariamente orienta o reuso da água para descargas, lavagem de pisos, banheiros, automóveis, caldeiras, resfriamento, rega de jardins e irrigação. Pode se inferir que é importante que haja investimento em tecnologias e infraestrutura da parte da indústria e que sejam criadas normas, por parte do governo, que orientem de forma clara e objetiva para que o reuso da água se torne eficiente.

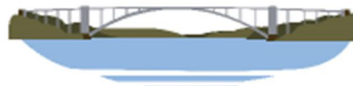
Destaca-se que não foram encontrados trabalhos que utilizem a água de reuso para ser incorporada na produção de alimentos. A riqueza de recursos hídricos do Brasil causa a falsa sensação de que não é necessário preocupar-se com a escassez. A falta de fiscalização, leis e normas mais rígidas contribuem para que o processo de melhor aproveitamento da água se torne inoportuno. É essencial uma análise crítica da base legal sobre o reuso dos recursos hídricos.

As indústrias devem se apropriar de tecnologias e métodos utilizados em outros países para reusar a água para fins potáveis. São necessários projetos cujos resultados forneçam dados para o desenvolvimento de normas, diretrizes e padrões adaptados às condições e características brasileiras, quanto à qualidade das águas. Outra alternativa seria um plano de incentivo para as empresas que reusam água. Políticas públicas são primordiais para que a indústrias conduzam o reuso efetivamente. São indispensáveis pesquisas que fortaleçam o conhecimento técnico sobre o tema.

Novos Padrões Produtivos

O aumento da demanda e a manutenção do ciclo linear unidirecional (captação, uso e descarte) têm diminuído a oferta de recursos. Neste caso, justifica-se a necessidade de uma mudança nos padrões de produção e consumo baseados, por exemplo, na economia circular (STAHEL, 2017), aplicada às indústrias, cria e proporciona um maior valor para cada recurso natural utilizado quando comparado com a economia linear (HUSGAFVEL et al., 2016).

É evidente que investimentos financeiros para viabilizar projetos e pesquisas acerca do tema são necessários, como também, a difusão do conhecimento sobre a possibilidade e os benefícios da mudança de paradigma dos atuais modelos de produção capitalista e da organização socioeconômica e ambiental na produção de bens e serviços.



Estudos empíricos

Foram evidenciados poucos estudos sobre o tema que trata de práticas para o uso e reuso de água em indústrias alimentícias, focando-se mais em indicadores de consumo, medição e monitoramento (MOSSMANN, 2018), o que ratifica a oportunidade para pesquisadores aprofundarem no assunto.

Assim como as teses e dissertações, os artigos de periódico são relatórios das atividades de grupos de pesquisa ou pesquisadores isolados ao redor do mundo. Verifica-se no mapa da Figura 2 a grande quantidade de autores chineses discutindo o assunto, seguidos dos italianos, holandeses, indianos e espanhóis. Esta figura considera apenas os artigos publicados em inglês. Os pesquisadores europeus demonstram bastante interesse no assunto enquanto países como EUA, Rússia e Japão, com elevado índice de industrialização, há pouca pesquisa sobre o tema.

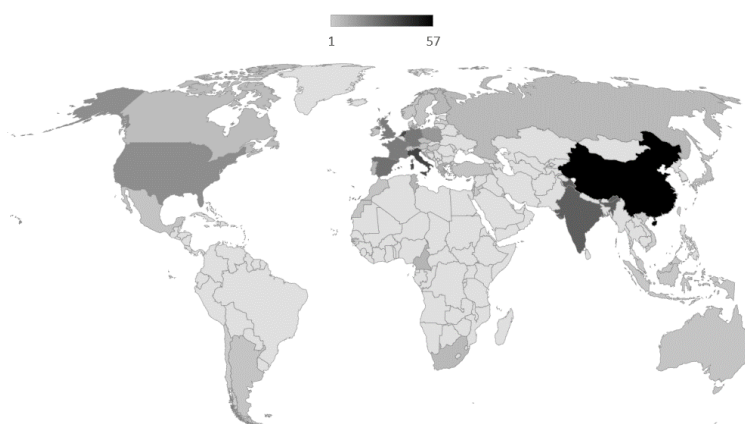


Figura 2 - Número de autores por país. Fonte: Autores

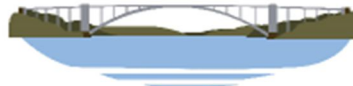
Brown et al. (2015) orientam os pesquisadores a focarem em estudos empíricos baseado em problemas locais, resultando em indicadores mais robustos e confiáveis, maior credibilidade dos métodos junto à academia e à sociedade e criar um arcabouço para previsão dos efeitos da gestão hídrica. Neste sentido, evidencia-se baixa produção científica qualificada em países com abundância de recursos hídricos como os da América do Sul e Oceania.

CONCLUSÕES

Este estudo trouxe uma abordagem teórica sobre como está a produção científica sobre o uso, reuso e tratamento de água na indústria alimentícia, que está intimamente ligada à segurança alimentar da humanidade e é uma grande geradora de efluentes líquidos. Por meio da análise de conteúdo dos resumos de 140 trabalhos científicos, selecionados pelos critérios explicitados, entre artigos de periódicos, dissertações e teses, fez-se uma revisão de literatura sobre o uso, reuso e tratamento de água em indústrias alimentícias de 2008 a 2018. Resultou na separação do conteúdo nos blocos lexicais de gerenciamento hídrico e gerenciamento de águas residuais, ou seja, considerando desde a extração ao descarte, subdivididas em cinco classes.

Cada classe foi explicitada e validada teoricamente com o referencial selecionado e evidenciou-se que o gerenciamento hídrico pode ser explicado por indicadores de consumo de água, pelo uso racional e o gerenciamento ambiental e que o gerenciamento das águas residuais é explicado pelo tratamento de efluentes e na medição e monitoramento.

Quatro oportunidades de pesquisa foram identificadas nesta revisão. Em primeiro, a preservação de recursos hídricos das indústrias alimentícias tem sido objeto de pesquisa ao redor do planeta, muito em torno da escassez em um futuro próximo. Outra oportunidade é a de estudos mais aprofundados sobre o reuso de águas, pelo mesmo motivo da escassez, mas também por ser um setor da economia com uso elevado de água e grande geração de efluentes. A busca por novos padrões produtivos, estimulados pelo conceito de economia circular, modificando produtos e processos em toda a cadeia



de fornecimento, desde o seu design. Por último, observou-se que o uso, reuso e tratamento de água em indústrias de alimentos é um tema em alta, com elevação do interesse da academia sobre o tema. Nota-se o grande interesse de pesquisadores chineses, indianos e europeus na gestão da água em todos os ciclos de uso, porém os estudos são escassos em outros países com elevada industrialização e que têm forte projeção de estresse hídrico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARCHAMBAULT, E. et al. Comparing Bibliometric Statistics Obtained From the Web of Science and Scopus. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 60, n. 7, p. 1320-1326, 2009.
2. ARIONO, D.; PURWASAMITA, M.; WENTEN, I. G. Brine effluents: Characteristics, environmental impacts, and their handling. **Journal of Engineering and Technological Sciences**, v. 48, n. 4, p. 367-387, 2016.
3. BAI, M. et al. Water use efficiency improvement against a backdrop of expanding city agglomeration in developing countries-A case study on industrial and agricultural water use in the Bohai Bay Region of China. **Water (Switzerland)**, v. 9, n. 2, p. 1-22, 2017.
4. BHATNAGAR, A.; SILLANPÄÄ, M. Utilization of agro-industrial and municipal waste materials as potential adsorbents for water treatment - a review. **Chemical Engineering Journal**, v. 157, n. 2-3, p. 277-296, 2010.
5. BRAMER, W. M.; MILIC, J.; MAST, F. Reviewing retrieved references for inclusion in systematic reviews using EndNote. **Journal of the Medical Library Association: JMLA**, v. 105, n. 1, p. 84-87, 2017.
6. BROWN, C. M. et al. The future of water resources systems analysis: Toward a scientific framework for sustainable water management. **Water Resources Research**, v. 51, n. 8, p. 6110-6124, Aug 2015.
7. EMF. Ellen Macarthur Foundation. **Towards the circular economy - Vol. 1: Economic and business rationale for an accelerated transition**. Isle of Wight: EMF, 2012.
8. GOMEZ-JAUREGUI, V.; GOMEZ-JAUREGUI, C.; MANCHADO, C.; OTERO, C. Information management and improvement of citation indices. **International Journal of Information Management**, v. 2, p. 257-271, 2014.
9. HAGGARD, E. L.; SHERIDAN, C. M.; HARDING, K. G. Quantification of water usage at a South African platinum processing plant. **Water SA**, v. 41, n. 2, p. 279-286, 2015.
10. HESPANHOL, I. A inexorabilidade do reuso potável direto. **Revista DAE**, v. 63, n. 198, p. 63-82, 2015.
11. HUSGAFVEL, R. et al. Recycling industrial residue streams into a potential new symbiosis product – The case of soil amelioration granules. **Journal of Cleaner Production**, v. 135, p. 90-96, 2016.
12. MOSSMANN, J. **Tratamento de água para reuso no beneficiamento de soro de leite**. 2018. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade de Passo Fundo.
13. STAHEL, W. R. Analysis of the structure and values of the European Commission's Circular Economy Package. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Waste and Resource Management**, v. 170, n. 1, p. 41-44, Feb 2017.
14. WU, R.; GENG, Y.; LIU, W. Trends of natural resource footprints in the BRIC (Brazil, Russia, India and China) countries. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 775-782, 2017.
15. YU, Y.; HUBACEK, K.; FENG, K. GUAN, D. Assessing regional and global water footprints for the UK. **Ecological Economics**, v. 69, n. 5, p.1140-1147, 2010.