



Encontro Internacional
de Produção Científica
24 a 26 de outubro de 2017

PEGADA HÍDRICA COMO INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NA PRODUÇÃO DE CERVEJAS ARTESANAIS: UM ESTUDO DE CASO

Aline de Almeida Verde¹; Murilo Cezar Cucolo²; Isabele Picada Emanuelli³

¹Acadêmica do Curso de Medicina Veterinária, Centro Universitário de Maringá- UNICESUMAR, Maringá-PR. Bolsista PIBIC - Fundação Araucária. alineverde_22@hotmail.com

² Acadêmica do Curso de Mestrado em Tecnologias Limpas, Centro Universitário de Maringá- UNICESUMAR, Maringá- PR. murilocucolo@gmail.com

³Orientadora do trabalho, Professora Doutora do Mestrado de Tecnologias Limpas do Centro Universitário de Maringá- UNICESUMAR, Maringá- PR. Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. isabele.emanuelli@unicesumar.edu.br

RESUMO

Com base na crescente preocupação ambiental, o objetivo do presente trabalho foi aplicar o indicador de sustentabilidade de pegada hídrica na indústria de produção de cervejas artesanais na região Noroeste do Paraná. Esta pesquisa foi um estudo de caso associada a levantamentos de dados obtidos em pesquisa de campo por meio de observações sistemáticas dos processos básicos da fabricação de cervejas artesanais. A Pegada Hídrica (PH) foi calculada através da soma das cadeias do sistema produtivo, uma vez que o sistema produz apenas um produto final. Este cálculo associa os diversos passos no sistema produtivo possibilitando atribuir o volume de água gasto totalmente ao produto resultante. A utilização da pegada hídrica em contextos práticos contribuiu para o amadurecimento do conceito, no entanto, um problema constatado foi à dificuldade de encontrar valores referenciais da na literatura, dessa forma, sugere-se que um grande desafio seria desenvolver um banco de dados sobre as pegadas hídricas de cada tipo de processo produtivo. Baseado na experiência deste caso pode-se inferir que o alicerce para o sucesso de um programa de gestão ambiental está no comprometimento e plasticidade da gerência do estabelecimento. Este tipo de gerenciamento tem por propósito possibilitar ao empresário, além dos benefícios ambientais, a gestão sustentável dos recursos empregados na produção; a redução de custo; e a melhora dos processos, promovendo assim, sustentabilidade e o *marketing* verde da indústria.

PALAVRAS-CHAVE: Meio ambiente; Recursos hídricos; Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

As atividades antrópicas consomem e poluem uma fração representativa da quantidade de água, e dentre estas atividades pode-se destacar as indústrias de bebidas. Indústrias como a de cerveja precisam de uma grande quantidade de água para o processamento de seus produtos, além do uso da água para atividades como lavagem de embalagens, limpeza, tratamento térmico, filtragem, resfriamento e transporte (SOLDERA; OLIVEIRA, 2017).

Os efluentes da indústria de cervejeira tem alto teor de poluição orgânica, sólidos em suspensão, além de contaminantes como fósforo e nitrogênio. Aproximadamente 45% da água utilizada na produção são destinadas ao enxague, e há uma perda de 1 a 5% de cerveja em sua produção, o que significa mais geração de efluentes (SÃO PAULO, 2005).

O setor de cervejarias é um dos mais importantes na economia brasileira movimentando uma extensa cadeia produtiva, sendo responsável por um faturamento de 77 bilhões no ano de 2016 (CERVBRASIL, 2016). Um ramo deste setor em destaque e em crescimento nos últimos anos é o das cervejarias artesanais. Embora pequeno, as cervejas artesanais possuem um nicho específico de mercado que vem crescendo na última década, no entanto, a literatura científica praticamente não aborda a produção de cervejas deste ramo.

As microcervejarias, conhecidas por produzirem as cervejas artesanais, são indústrias caracterizadas por uso de matéria prima diferenciada e alto consumo de água. As regiões Sul e Sudeste alavancaram seu crescimento no ano de 2008. Neste ano, o mercado artesanal brasileiro cresceu 15% em relação ao mercado total de cervejas (GAZETA MERCANTIL, 2009; MORADO,



Encontro Internacional
de Produção Científica
24 a 26 de outubro de 2017

2009). Em 2014 o crescimento médio registrado na venda de cervejas artesanais chegou a 40% (MOREIRA, 2015), e em particular, o estado do Paraná concentrou um aumento de mais de 80% nas vendas de cervejas artesanais (PROCERVA, 2013).

Diante do aumento do consumo de cervejas artesanais e em consequência o crescimento do mercado, é necessário à adoção de processos mitigatórios que diminuam o consumo de água e a geração de efluentes mediante gerenciamento ambiental. Sthefanou (2013) relata que proteger e evitar danos ambientais por intermédio de mudanças em ações antigas se faz necessário na indústria cervejeira.

A literatura apresenta um grande número de instrumentos que podem propiciar ações de sustentabilidade e de promoção de economia circular nas cadeias produtivas. A pegada de carbono, pegada ecológica, e a pegada hídrica são algumas destas metodologias que podem contribuir para ações de sustentabilidade e de promoção da economia circular (BAUMGARTEN, 2008). Dentre estes instrumentos, pode-se destacar a metodologia da Pegada Hídrica.

O conceito de pegada hídrica tem sido usado como indicador do consumo de água de pessoas e produtos em diversas partes do mundo (ZHAO et al., 2009; ROMANGUERA et al., 2010; FENG et al., 2011); porém, no Brasil a exploração desta temática é nova. A pegada hídrica de um produto tem como definição o volume total de água doce que é utilizado direta ou indiretamente em seu processo produtivo (HOEKSTRA et al., 2011). Portanto, o conceito de PH tem sido usado pela comunidade científica com o propósito de demonstrar a importância da gestão da água sendo capaz de quantificar o consumo de água total ao longo de uma cadeia produtiva (YU et al., 2010). Como indicador de sustentabilidade, a PH é capaz de controlar o impacto do homem sobre o meio ambiente. O cálculo da pegada hídrica fornece uma resposta específica da pressão humana sobre o meio ambiente e ajuda de forma mais abrangente a monitorar o pilar ambiental da sustentabilidade (SILVA, 2013).

Com base na crescente preocupação ambiental, no crescimento do mercado de cervejas artesanais e na ausência de literatura científica desta temática, o objetivo do presente trabalho foi aplicar e avaliar a viabilidade do indicador de sustentabilidade pegada hídrica na indústria de cervejas artesanais na região Noroeste do Paraná.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi um estudo de caso baseado em uma análise quali-quantitativa associada a levantamentos de dados obtidos em pesquisa de campo por meio de observações sistemáticas dos processos básicos da fabricação de cervejas artesanais. A cervejaria localizada na região Noroeste do Estado do Paraná pode ser denominada *brewpub*, por ter no local da indústria um ambiente para comercialização e consumo da cerveja fabricada, de forma que 80% da produção é destinada ao consumo o local e apenas os outros 20% são comercializados à terceiros, tanto para bares e restaurantes do município, como da região.

Para a análise e cálculo da PH foram consideradas as condições estabelecidas por Arjen Hoekstra e Chapagain, onde foram analisados e registrados os volumes totais de água potável consumida durante todo o processo produtivo. Com base nessas observações, foram determinados os indicadores da pegada hídrica para um planejamento de consumo e destino hídrico.

Com o intuito de estimar a pegada hídrica do produto identificaram-se as etapas do sistema de produção da indústria cervejeira. Para tanto, foi elaborado o fluxograma de fabricação, que serviu como base na identificação da água inserida no processo produtivo apresentado na Figura 2.

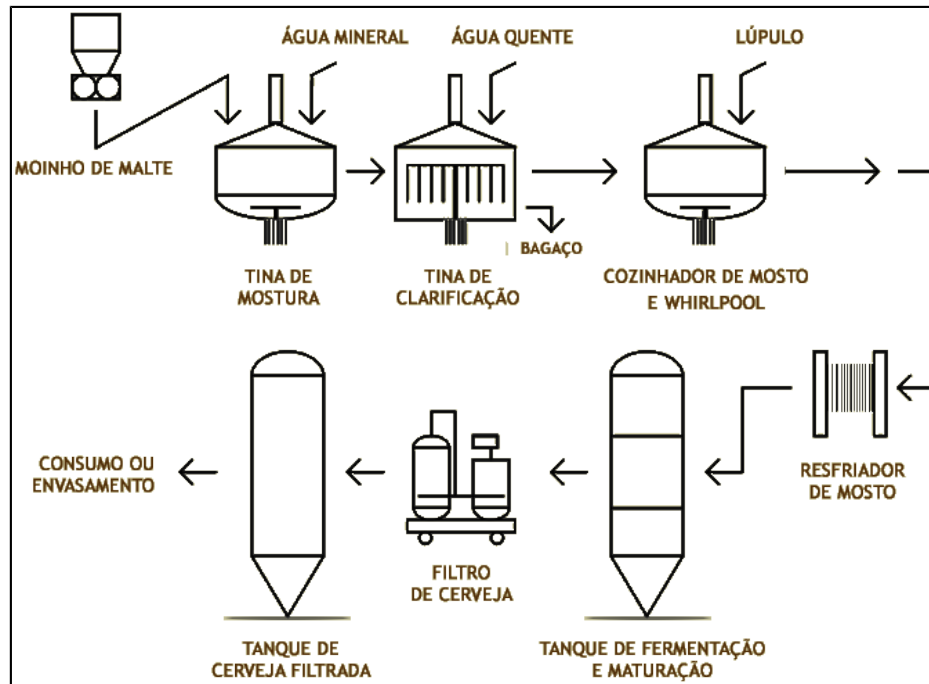


Figura 1: Fluxograma da produção de cerveja artesanal: malteação; produção do mosto cervejeiro (extração e decomposição dos componentes da cevada maltada seguido de uma separação dos componentes insolúveis e posterior fervura com a adição de lúpulo); fermentação (dividida em fermentação primária e maturação); e processamento final (filtração, estabilização, envase).

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

A fim de calcular a PH, utilizou-se a equação:

$$PH_{proc [p]} = \frac{\sum_{s=1}^n PH_{proc [s]} [s]}{P[p]} \quad [\text{volume/massa}] \quad (1)$$

Onde $PH_{proc [p]}$ é definida pela pegada hídrica do passo “s” do processo (volume/tempo) e $P[p]$ a quantidade produzida do produto “p” (massa/tempo). Desta forma, poderão ser obtidos os dados que possibilitarão o desenvolvimento das ações mitigadoras a serem apresentadas ao término deste projeto.

A Pegada Hídrica (PH) foi realizada através da soma das cadeias do sistema produtivo, uma vez que o sistema produz apenas um produto final (Figura 2). Este cálculo associa os diversos passos no sistema produtivo possibilitando atribuir o volume de água gasto totalmente ao produto resultante (HOESTRA et al., 2011).

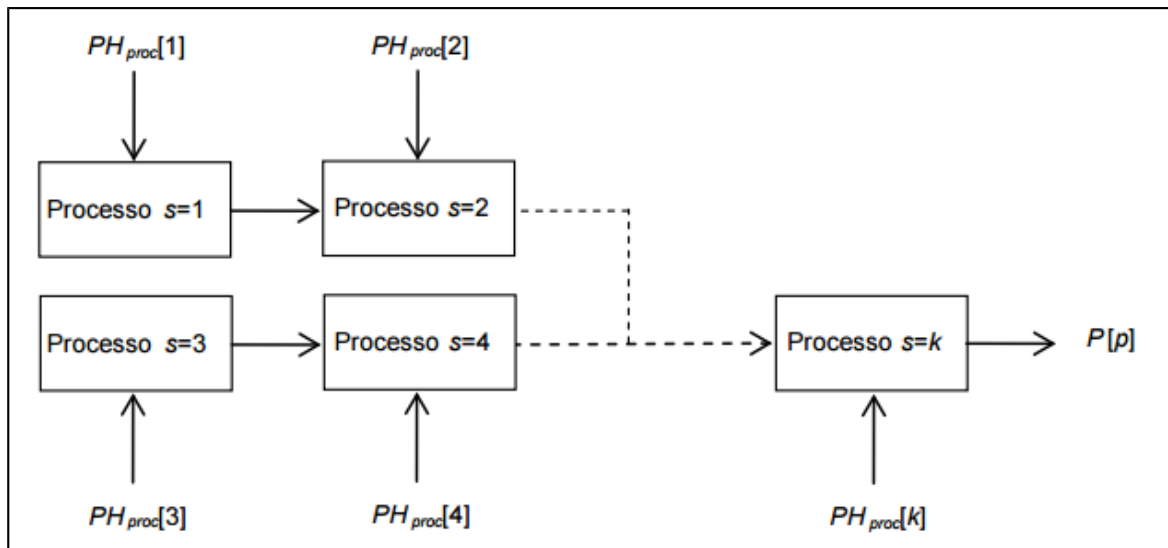


Figura 2: Esquematização do sistema de produção do produto 'p' em 'k' passos de processo.
Fonte: Manual de Avaliação da Pegada Hídrica (2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cervejaria artesanal estudada tem capacidade mensal de produzir de 8 a 10 mil litros de cerveja. O tempo entre preparo e disponibilização do produto final ao consumo concentra-se em torno de 15 a 30 dias, dependendo do estilo de cerveja produzida, sendo estas podendo ser de alta fermentação, preparadas em temperatura de 20° a 25° de temperatura; e de baixa fermentação, com temperatura na casa dos 8° a 10°. Apesar de existirem variações na forma de elaboração, a quantidade de água utilizada é similar e o processo produtivo possui pequenas variações corroborando com Linko et al. (1998).

O local dispõe apenas de um hidrômetro para medição dos volumes de água consumidos. A água utilizada é obtida diretamente do sistema da Sanepar (Companhia de Saneamento do Paraná), por ser considerada de boa qualidade para produção da cerveja. A água, para entrada no processo, passa por filtros de cloro e adição de sais que são necessários para a boa qualidade do produto final. Do total de água mensal utilizada, 80% da mesma é empregada no processo produtivo (produção da cerveja, limpeza e assepsia das panelas para produção do mosto cervejeiro, limpeza dos tanques de resfriamento, limpeza dos barris). Os 20% restantes são empregados na limpeza geral do salão, cozinha e banheiros, pois o local abriga também um bar, onde são comercializadas as cervejas produzidas no local.

Para o cálculo da PH estimou-se o consumo de água para cada panela de produção que possuía a capacidade de 500 litros de cerveja. Tendo em consideração a média de produção mensal em torno de 10 mil litros do produto, onde o consumo de água mensal na planta produtiva da indústria é de 20 m³ (80% do consumo total), chega-se ao cálculo da PH com um consumo médio de 1,7 a 2,0 litros de água/litro de cerveja produzida. Este consumo ocorre em todas as etapas produtivas: preparo do mosto, fermentação, filtragem e resfriamento do produto. A literatura científica não apresenta trabalhos relacionados com PH e produção de cerveja. Estes dados inéditos são importantes como valores referenciais para comparação com outras linhas de produção.



Encontro Internacional
de Produção Científica
24 a 26 de outubro de 2017

Tabela 1: Consumo mensal de água no layout total da cervejaria artesanal para o cálculo da PH.

Local de Consumo	Volume/m ³	% Consumo
Planta Produtiva	20	80%
Estrutura Comercial (<i>brewpub</i>)	5	20%
Total	25	100%

Fonte: dados do autor.

O volume de água utilizado no processo de resfriamento do mosto cervejeiro, que tem um volume variável de 30% da água introduzida no sistema, retorna ao sistema produtivo após ser acondicionada em tanque cônico, e é utilizada para fabricação de uma nova batelada de cerveja, uma vez que a qualidade dessa água ainda é preservada, mesmo após o resfriamento, o que proporciona uma economia considerável, uma vez que não haverá a necessidade de novas entradas de água para o sistema. Porém, por falta de um outro local para armazenagem destes volumes de água utilizados para o resfriamento do mosto, grande parte acaba sendo descartada na rede coletora de água. Alternativa viável a isso seria a construção de cisterna, para que esta água residual venha a ser reutilizada na lavagem de pisos internos e externos, utilização nos banheiros do *brewpub*, ou até mesmo na limpeza de equipamentos. o treinamento dos funcionários que estão ativos no processo de produção da cerveja, pela correta utilização e economia da água (PUPLAMPU; SIEBEL, 2005)

O desperdício de água no processo de produção é considerado um problema crítico, não apenas em termos financeiros para as cervejarias, mas também um problema ambiental, tendo em vista que a mesma deveria ser tratada antes de voltar ao meio ambiente (FILLAUDEAU, AVET; DAUFIN, 2006; YU; GU, 1996 apud FAKOYA; VAN DER POLL, 2013). A identificação da PH e o nível de racionalização que venha a ser possibilitado, viabilizam uma avaliação da demanda e da oferta hídrica (HOEKSTRA et al. 2009), e a melhor caracterização do setor de cervejas artesanais.

Na análise da PH, é fundamental conhecer o volume gasto na produção, de forma a criar estratégias para redução e preservação deste recurso natural. Existem diversas iniciativas para o desenvolvimento de abordagens que visem mensurar/avaliar a governança da água nas organizações (FIESP, 2016), a exemplo pode-se citar a isso ISO 14046, que estabelece os princípios, requisitos e diretrizes para a avaliação da Pegada de Água, de produtos, processos e organizações, a partir da análise do seu ciclo de vida. O principal objetivo desta norma é avaliar os impactos ambientais na água provenientes das atividades das organizações, melhorando desta forma a gestão deste recurso escasso (ISO, 2014). No entanto, considera-se prematuro o uso da PH em afirmações comparativas de produtos, uma vez que ainda não há uma metodologia consolidada e reconhecida para sua adoção (FIESP, 2016).

Foi publicada uma reportagem apresentando uma relação na qual aponta à quantidade de água necessária para produção de alguns alimentos. Onde para produzir um litro de cerveja, são gastos 155 (cento e cinquenta e cinco) litros de água (KUSSUMA, 2015).

Pode-se dizer que os consumidores são responsáveis por aquilo que consomem. Sendo assim, eles são responsáveis pela sua pegada hídrica e deveriam tomar medidas para assegurar que ela seja sustentável. Se os consumidores tivessem essa consciência os produtores serão forçados a fabricar produtos sustentáveis. Dessa maneira, os produtores deveriam tomar medidas para tornar sustentáveis as pegadas hídricas de seus produtos. As empresas podem reduzir sua pegada hídrica operacional ao diminuir o consumo de água em suas próprias operações e reduzir a poluição hídrica à zero. As palavras-chaves são: evitar, reduzir, reciclar e tratar antes de descartar. (HOEKSTRA et al., 2011.)



Encontro Internacional
de Produção Científica
24 a 26 de outubro de 2017

As empresas ainda podem utilizar do Marketing Verde, que tem como objetivo mostrar ao consumidor que um produto “ecologicamente correto”, é também mais saudável para o consumo, e que este produto vem de forma a contribuir para a redução dos danos ambientais e melhoria da qualidade de vida das pessoas. O Marketing Verde dispõe hoje de elementos que facilitam a percepção dos consumidores para que eles reconheçam mais facilmente esse diferencial e que este fator seja incorporado aos hábitos de compra dos consumidores (TEIXEIRA, 2007).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o aumento no consumo de cervejarias artesanais é importante ter o controle no processo de produção da cerveja, tendo como finalidade utilizar de forma mais controlada a água doce usada no processo de fabricação da cerveja.

Como indicador de sustentabilidade, a pegada hídrica é capaz de monitorar o impacto humano sobre o meio ambiente, principalmente no que se refere à demanda de água e de geração de efluentes. O cálculo auxilia a sociedade a perceber a forma como está lidando com os recursos hídricos possibilitando uma gestão mais adequada destes recursos.

A utilização da pegada hídrica em contextos práticos contribuiu para o amadurecimento do conceito. No entanto, um problema constatado foi à dificuldade de encontrar valores referenciais da literatura, dessa forma, sugere-se que um grande desafio seria desenvolver um banco de dados sobre as pegadas hídricas de cada tipo de processo produtivo.

Baseado na experiência da aplicação da PH, pode-se inferir que o alicerce para o sucesso de um programa de gestão ambiental está no comprometimento e plasticidade da gerência do estabelecimento. Este tipo de gerenciamento tem por propósito possibilitar ao empresário, além dos benefícios ambientais, a gestão sustentável dos recursos empregados na produção; a redução de custo; e a melhora dos processos, promovendo assim, sustentabilidade e o *marketing* verde da indústria.

REFERÊNCIAS

BAMGARTEN, B.B, et al. **O mercado de créditos de carbono como incentivo a um modelo energético e climático sustentável.** 2008.

CERVBRASIL. Associação Brasileira da Indústria da Cerveja. Disponível em: <<http://www.cervbrasil.org.br/>>. Acesso em: 05 mar. 2017.

FENG, K. et al. Assessing regional virtual water flows and water footprints in the Yellow River Basin, China: A consumption based approach. **Applied Geography**, v.32, p.691-701, 2011.

FIESP. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/>>. Acesso em: 20 jul. 2017.

GAZETA MERCANTIL. **AmBev apresenta três cervejas alemãs Premium no País.** Disponível em:<<http://www.gazetaonline.com.br/>>. Acesso em: 11 jun. 2017;

HOESKTSRA, A.; CHAPAGAIN, A. K. Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. **Water and Resource Management**, v.21, p.35-48, 2009.



Encontro Internacional
de Produção Científica
24 a 26 de outubro de 2017

HOESKTSRA, A. Y. How sustainable is Europe's water footprint? **Water and Wastewater International**, v. 26, p. 24-26. 2011.

HOEKSTRA, A.Y. et al. **Manual de avaliação da pegada hídrica: estabelecendo o padrão global**. São Paulo: Instituto de Conservação Ambiental, 2011.

MORADO, R. **Larousse da Cerveja**. Larousse do Brasil. São Paulo, 2009.

KUSSAMA, D. Quantidade de água necessária para produzir 16 tipos de alimentos. **Mundo Sustentável**. Reportagem fev. 2015. Disponível em: <<http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/download/4149/2912>>. Acesso em: 05 jul. 2017.

PROCERVA. Associação das Microcervejarias do Paraná. Disponível em: <<http://www.procerva.com.br/>>. Acessado em 20/07/2017.

ROMANGUERA, M, et al. Potencial of using remote sensing techniques for global assessment of water footprint of crops. **Journal Remote Sensing**, v.2, p.1177-1196, 2010.

SÃO PAULO. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Cervejas e refrigerantes. São Paulo, 2005. 58 p. Disponível em: < http://www.crq4.org.br/downloads/cervejas_refrigerantes.pdf >. Acesso em: 12 maio 2016.

SILVA, V. P. R, et al. Uma medida de sustentabilidade ambiental: Pegada Hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.1, p.100-105, 2013.

SOLDERA, B. C.; OLIVEIRA, E. Água Sustentável (as) e as indústrias de cerveja nas bacias hidrográficas PCJ (Piracicaba, Capivari e Jundiaí). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 19., 2017. **Anais...** São Paulo: 2017.

STEPHANOU, J. **Gestão de resíduos sólidos: um modelo integrado que gera benefícios econômicos, sociais e ambientais**. Sustentabilidade: Resultados de Pesquisas do PPGA/UFRGS, 2013.

TEIXEIRA, A. **Marketing ambiental**. 2007. Disponível em: <<http://www.marketing.com/>> Acesso em: 20 jul. 2017

YU, Y, et al. Assessing regional and global water footprints for the UK. **Ecological Economics**, v.69, p.1140-1147. 2010.

ZHAO, X.; CHEN, B.; YANG, Z. F. National water footprint in an input–output framework-A case study of China 2002. **Ecological Modeling**, v.220, p.245-253, 2009.