

### ÁGUA SUSTENTÁVEL (AS) E AS INDÚSTRIAS DE CERVEJA NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS PCJ (PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ)

Bruna Camargo Soldera<sup>1</sup>; Everton de Oliveira<sup>2</sup>

**Resumo** – A necessidade de se mensurar a degradação da água doce devido às inúmeras atividades antrópicas, propôs-se a construção de um novo conceito e método denominado Água Sustentável (AS). Este novo conceito baseia-se em estimar o volume de água necessária para diluir uma massa de soluto até padrões de potabilidade ou qualquer outro padrão ecotoxicológico mais restritivo. O método apoia-se no conceito já estabelecido denominado Pegada Hídrica Cinza, que por sua vez está inserido dentro do conceito Pegada Hídrica (Water Footprint). Por ser inovador e simples pode ser usado de forma ampla. As indústrias cervejeiras são responsáveis por grande consumo de água e por gerarem uma grande carga de efluentes líquidos. Tem grande importância para economia nacional, e particularmente para as Bacias Hidrográficas PCJ, cujo setor está entre os mais representativos, respondendo por aproximadamente um quarto da produção estadual. Assim, este trabalho tem como objetivo mensurar a degradação do recurso hídrico devido às atividades da indústria cervejeira nas Bacias PCJ através do método AS. Os principais componentes do efluente líquido gerado são DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), Nitrogênio e Fósforo. Os resultados indicaram que o rio não pode fazer a diluição dos contaminantes lançados, isto representa dano ao sistema hídrico.

**Palavras-chave:** Água Sustentável; Indústrias de cervejas; Contaminação da água.

**Abstract** – The need to measure the degradation of fresh water due to several human activities, proposed the construction of a new concept and method called Sustainable Water (SW). This new concept is based on the calculation of the volume of water necessary to dilute a give mass of solute down to potable standards or any other more restrictive ecotoxicological standard. The method based on the concept already established called Footprint Hydro Grey, which in turn is inserted into

<sup>1</sup>Geógrafa, Mestre em Agronomia (Irrigação e Drenagem). Pós-graduanda em Geociências e Meio Ambiente UNESP/IGCE. Av. 24 A, 1515, Rio Claro – SP, email: brusoldera@hotmail.com;

<sup>2</sup>Prof. Dr. UNESP/IGCE. Av. 24 A, 1515, Rio Claro – SP, e Sócio Diretor da Empresa Hidroplan. Av. São Camilo, 476 - Granja Viana - São Paulo – SP, email: everton@hidroplan.com.br

the Water Footprint concept (Water Footprint). SW is innovative and simple and can be used widely. Beer industries account for large water consumption and generate a large load of wastewater. These industries have great importance for the national economy, and particularly for the PCJ Watershed, whose industry is among the most representative and accounting for about a quarter of the state production. This work aims to measure the degradation of water resources due to the activities of the beer industry in the PCJ Basins through the SW method. The main components of the liquid effluent are BOD (Biochemical Oxygen Demand), nitrogen and phosphorus. The results indicated that the river cannot make the dilution of contaminants released, this is damage to the water system.

**Key Words** – Sustainable Water, Beer industries, Water Contamination.

## 1 INTRODUÇÃO

Neste início de século XXI ficou evidente o risco de desabastecimento que todos vêm vivenciando, a demanda está cada vez maior e a oferta de água de qualidade está cada vez menor. Este é um cenário que tende a ser agravado devido ao crescimento populacional e o uso não sustentável da água.

Diante disto, melhores ferramentas que auxiliem nos gerenciamentos hídricos são necessárias, mensurar a degradação da água e com isto propor políticas que visem seu uso sustentável é uma opção de grande valia. Assim, propôs-se a criação de um novo conceito e método denominado de Água Sustentável (AS).

Este novo conceito baseia-se em estimar o volume de água necessária para diluir uma massa de soluto até os padrões de potabilidade ou qualquer outro padrão ecotoxicológico mais restritivo. Apoiar-se no conceito já estabelecido de Pegada Hídrica Cinza, que por sua vez está inserido dentro do conceito de Pegada Hídrica (*Water Footprint*). O método AS por ser inovador e simples pode ser usado de forma ampla por todos que fazem uso, de maneira direta ou indireta, da água doce.

As atividades antrópicas consomem e poluem significativa quantidade de água, e dentre estas atividades pode-se destacar as indústrias de bebidas. Estas indústrias necessitam de grande quantidade de água para o processamento de seus produtos, e isto vai além, uma vez que o uso da água também se destina para atividades como lavagem de embalagens, limpeza, tratamento térmico, filtração, resfriamento e transporte.

Segundo BNDES (2006) as indústrias nacionais de bebidas apresentam especial importância para economia do país, não apenas em relação ao seu valor de produção, mas também devido seu dinamismo. Para as Bacias PCJ o setor de bebidas e também de alimentos são bastante

representativos, respondendo por aproximadamente um quarto da produção estadual (IRRIGART, 2005).

As indústrias de fabricação de cerveja destacam-se no setor de bebidas por contribuem de forma bastante significativa para economia nacional.

Indústrias cervejeiras são responsáveis por grande consumo de água, mas também são responsáveis por gerarem uma grande carga de efluentes líquidos. De acordo com São Paulo (2005) devido à natureza das operações, tais como fermentação e uma série de operações de limpeza são grandes as vazões de efluentes que são gerados e precisam ser tratados e descartados de forma correta.

## 2 ÁGUA SUSTENTÁVEL

O novo conceito e método denominado AS é definido como a somatória de todos os volumes individuais de água necessários para se diluir cada massa de contaminante até os padrões de potabilidade ou outro padrão ecotoxicológico mais restritivo. A seguir a Equação 1 define o cálculo para AS:

$$AS = \frac{L}{C_{max}} [volume] \quad \text{ou} \quad AS = \frac{L}{P} [volume] \quad [1]$$

Onde  $L$  é a carga de poluente no corpo hídrico,  $C_{max}$  a concentração máxima permissível desse poluente e  $P$  o padrão de potabilidade de água para consumo humano. Quando o termo mais restritivo é a  $C_{max}$  opta-se por dividir a carga de poluente por ele, caso contrário usa-se o  $P$ , isto deve-se ao fato de se almejar um ambiente hídrico sadio e sustentável.

Neste conceito, devem ser considerados todos os contaminantes lançados na natureza provenientes de todas as atividades humanas. É a água que pode vir a se contaminar se nenhuma ação for tomada para remoção da massa de solutos e os contaminantes venham efetivamente a se diluir nos recursos hídricos.

É um tema que vem sendo desenvolvido de forma pioneira e ainda não existem números precisos sobre o volume total de AS, mas considerando-se que todas as atividades humanas acabam por consumir e produzir grandes massas de solutos no meio ambiente, e deste modo contribuem de maneira contínua para sua criação e aumento do volume de AS.

A poluição do recurso hídrico doce não representa apenas uma ameaça para o meio ambiente sustentável e para saúde, mas também aumenta a competição por água (UNEP/WATER PROGRAM, 2008). Os autores Vorosmarty *et al.* (2010) argumentam ainda que a poluição da água é uma das principais ameaças para a escassez global da água e para a biodiversidade do ambiente aquático.

Diante disto, o tema é fundamental por ser um método de conservação dos recursos hídricos, permitindo seu uso de maneira sustentável.

### **3 INDÚSTRIA DE CERVEJA**

O Brasil é o quinto maior fabricante de cerveja do mundo, com 8,5 bilhões de litros por ano, isto representa 17,2 bilhões de reais (BNDES, 2006).

As indústrias de produção de cerveja são responsáveis por grande consumo de água, mas também são responsáveis por gerarem uma grande carga de efluentes líquidos. De acordo com Canada Environmental (1997) o consumo total de água varia entre 400 e 10000 litros de água/litros de bebida. Este consumo é diferente para cada etapa do processo de fabricação (UNEP, 1996 *apud* SÃO PAULO, 2005):

- Operações de limpeza e desinfecção: 44%;
- Preparo do mosto: 20%;
- Resfriamento: 11%; e
- Outros fins (produção de vapor, doméstico, refeitório, perdas, etc): 25%.

Os efluentes derivados da produção cervejeira tem alto teor de poluição orgânica, sólidos em suspensão, além de contaminantes como fósforo e nitrogênio (SÃO PAULO, 2005). Além disso, 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).

É evidente que a produção de cerveja no país e nas Bacias PCJ é importante para economia, mas também é marcante a quantidade de efluente que este setor industrial gera, e uma vez que este resíduo não é tratado corretamente poderá causar grande impacto ao sistema hídrico.

## **2 MATERIAIS E MÉTODO**

### **2.1 Área de Estudo**

As AS foram calculadas para uma única indústria de produção de cerveja: Ambev, filial de Jaguariúna. Esta indústria caracteriza-se por ser uma empresa líder na fabricação e comércio de bebidas no país.

A indústria está localizada na Sub - Bacia Hidrográfica do Rio Jaguari. A região da Sub Bacia do Rio Jaguari abrange 4 municípios do Estado de Minas Gerais e 15 municípios do Estado de São Paulo. A Bacia do Rio Jaguari estende-se por uma área de 3 290 km<sup>2</sup> (Figura 1) pode-se visualizar a localização da Sub Bacia.

Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do Rio Jaguari, Sub - Bacia formadora do Rio Piracicaba, pertencente ao grupo de bacias organizadas administrativamente no denominado Comitê de Bacias PCJ (Piracicaba, Capivari e Jundiá).



Fonte: Comitê das Bacias Hidrográficas Piracicaba, Capivari e Jundiá, 2006.

O rio Jaguari tem como principal afluente o rio Camanducaia, e quando se junta com o Rio Atibaia formam o rio Piracicaba. Ao entrar em território paulista, o Rio Jaguari é represado, sendo este um dos reservatórios integrantes do sistema produtor de água chamado Cantareira (IRRIGART, 2005).

## 2. 2 Processamento dos dados

Devido à dificuldade ou mesmo a ausência de dados em relação à fabricação anual de cerveja para a indústria estudada houve a necessidade de se estimado este dado.

A produção anual de cerveja no Brasil é equivalente a 8 500 000 000 litros de cerveja, e de acordo com Brasil (2016) o volume de água consumida pela Ambev filial de Jaguariúna, a maior produtora de cerveja das Bacias PCJ, é de 1 759 300 000 litros. Este volume produz de acordo com a literatura estudada 251 328 571,4 litros de cerveja por ano e este volume de cerveja geram 739 201 680,6 litros de efluente por ano. Deste modo, foi considerado este valor para o cálculo das AS para os principais contaminantes que compõem o efluente líquido gerado para a produção de

cerveja, os cálculos foram realizados baseados no Quadro 1, concentrações máximas aceitáveis definidas pela São Paulo (1992) apud São Paulo (2005).

Quadro 1: Características do efluente líquido final de cervejarias.

<b>DBO</b>	<b>NITROGÊNIO</b>	<b>FÓSFORO</b>	<b>pH</b>
3045	78	12	2,4 -12

Fonte: CETESB, 2005.

Para os cálculos das AS para estes contaminantes definidos no Quadro 1, foi considerado o Rio Jaguari como o receptor dos contaminantes, pois nele está localizado a indústria, sua vazão e as classes de enquadramento do rio 1, 2 e 3. Além disso, foram considerados para análise das AS para dois casos em específico, o primeiro supondo-se que houve tratamento e a eficiência de remoção dos contaminantes que compõem o efluente foi de 25%, e o segundo caso que houve tratamento do efluente líquido e houve uma eficiência de remoção de 95%.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir pode ser visualizado as Tabelas 1 e 2 que apresentam os resultados das AS para os principais contaminantes do efluente gerado na fabricação de cerveja, o rio que a indústria estudada está localizada, sua vazão e as classes de enquadramento. Na Tabela 1 a eficiência de remoção dos contaminantes após tratamento foi de 25% e a na Tabela 2 a eficiência foi de 95%.

Tabela 1: Águas Sustentáveis (AS) anuais para os contaminantes da indústria cervejeira estudada e a vazão do rio, considerando eficiência de remoção do efluente de 25%.

<b>AS</b>				
<b>RIO</b>	<b>DBO</b>	<b>NITROGÊNIO</b>	<b>FÓSFORO</b>	<b>VAZÃO</b>
Jaguari (1)	575,0E+9	2,2E+9	66,5E+9	2,1E+9
Jaguari (2)	345,0E+9	2,2E+9	66,5E+9	2,1E+9
Jaguari (3)	172,5E+9	2,2E+9	44,4E+9	2,1E+9

() = classes de enquadramento do rio.

A partir dos resultados apresentados pôde-se verificar que para uma eficiência de remoção dos efluentes de 25 %, o contaminante que necessita de maior volume de água para sua diluição é o DBO, em todos os casos (nos trechos em que o rio possui classe 1, 2 e 3). Ou seja, o rio não pode fazer a diluição dos contaminantes que foram lançados nele.

Tabela 2: Águas Sustentáveis (AS) anuais para os contaminantes da indústria cervejeira estudada e a vazão do rio, considerando eficiência de remoção do efluente de 95%.

RIO	AS			
	DBO	NITROGÊNIO	FÓSFORO	VAZÃO
Jaguari (1)	38,3E+9	144,0E+6	4,4E+9	2,1E+9
Jaguari (2)	23,0E+9	144,0E+6	4,4E+9	2,1E+9
Jaguari (3)	11,5E+9	144,0E+6	3,0E+9	2,1E+9

() = classes de enquadramento do rio.

Quando se considera uma eficiência de remoção de poluentes de 95%, o manancial hídrico também não é capaz de fazer a devida diluição de todos os contaminantes estudados, o DBO é o contaminante que mais necessita de água para diluição. De acordo com a literatura pode haver uma perda de 1 a 5% na produção de cerveja, o que significa que há aumento de efluente que poderá ir para o corpo hídrico sem tratamento e aumentar a carga de poluição no recurso.

#### 4 CONCLUSÃO

Os resultados indicaram que mesmo após tratamento do efluente a carga de poluição é excedente no recurso hídrico e isto produz um desequilíbrio, uma vez que a qualidade é muito inferior ao que se espera.

As legislações que definem os padrões de qualidade de água são importantes, mas uma vez que não são restritivas acabam por não contribuírem para a manutenção de um ambiente hídrico saudável. Além disso, deve-se considerar que o uso da capacidade de diluição do corpo hídrico para diluir os contaminantes não é ambientalmente saudável e pode prejudicar outros usuários.

O método AS é uma nova ferramenta que vêm para auxiliar em melhores gestões hídricas e formulações de políticas públicas mais eficazes em relação à conservação do recurso hídrico, além disso conduz para utilização mais zelosa e para atitudes mais críticas sobre como realizar o melhor e mais eficiente uso da água.

#### 5 REFERÊNCIAS

BRASIL. Agências das Bacias PCJ. 2012. Disponível em:

<<http://www.agenciapcj.org.br/novo/informacoes-das-bacias/caracteristicasgeopoliticas>>.

Acesso em: 03 de Mai. de 2016.

BRASIL. COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ. Disponível em: <[www.comitepcj.sp.gov.br](http://www.comitepcj.sp.gov.br)>. Acesso em: 04 de Mai. de 2016.

CANADÁ/ ENVIRONMENT CANADA, **Technical pollution prevention guide for brewery and winery operations in the Lower Frasier Basin**, Environment Canada, Vancouver, 1997.- 101p.

IRRIGART – Engenharia & Consultoria em Recursos Hídricos e Meio Ambiente Ltda. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá**. Piracicaba – 2004 a 2006. Piracicaba, 2005. Disponível em: < [http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/RS/RS-04-06\\_Capitulo-2.pdf](http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/RS/RS-04-06_Capitulo-2.pdf)>. Acesso em: 12 de Mai. de 2016.

ROSA, S. E. S.; CONSENZA, J. P.; LEÃO, L.T.S.. Panorama do setor de bebidas no Brasil. **Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social**. 2006. Disponível em: < [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2607/1/BS%2023%20Panorama%20do%20Setor%20de%20Bebidas%20no%20Brasil\\_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2607/1/BS%2023%20Panorama%20do%20Setor%20de%20Bebidas%20no%20Brasil_P.pdf)>. Acesso em: 10 de Mai. de 2016.

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](http://www.crq4.org.br/downloads/cervejas_refrigerantes.pdf)>. Acesso em: 12 Mai. de 2016.

UNEP GEMS/Water Programme. *Water Quality for Ecosystem and Human Health* 2nd edn. 2008.

VÖRÖSMARTY, C. J.; MCINTYRE, P. B.; GESSNER, M. O.; DUDGEON, D.; PRUSEVICH, A.; GREEN, P.; GLIDDEN, S.; BUNN, S. E.; SULLIVAN, C. A.; REIDY LIERMANN, C.; DAVIES, P. M.. Global threats to human water security and river biodiversity. **Nature**, 467, 2010. p. 555–561.