

## ÁREA TEMÁTICA: FERRAMENTAS DE GESTÃO AMBIENTAL

### PEGADA DE CARBONO ASSOCIADA AO TRANSPORTE DE MALTE EM CERVEJARIAS NO NORDESTE BRASILEIRO

*Daniel de Paula Diniz<sup>1</sup> (danieldiniz@cear.ufpb.br), Monica Carvalho<sup>1</sup> (monica@cear.ufpb.br)*  
1 Departamento de Energias Alternativas e Renováveis - Universidade Federal da Paraíba

#### RESUMO

A cerveja é uma das bebidas mais antigas do mundo, os primeiros indícios são datados em 8.000 a.C. na Palestina. Cerveja é uma bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada, acrescido ou não de outros cereais maltados e água potável, por ação de levedura com adição de lúpulo. Atualmente o Brasil ocupa o 3º lugar mundial na produção de cerveja, atrás apenas de Estados Unidos e China, isso mostra a relevância do mercado cervejeiro no contexto nacional. O objetivo é quantificar a Pegada de Carbono da etapa de transporte do malte, utilizando como estudo de caso duas cervejarias instaladas no nordeste brasileiro, uma de grande e outra de pequeno porte. A metodologia da Avaliação de Ciclo de Vida foi aplicada, utilizando-se o software SimaPro 8.5.2.0, base de dados Ecoinvent, e método de avaliação de impacto ambiental IPCC 2013 GWP 100a. Como resultado foram encontrados uma Pegada de Carbono de 4,437 kg CO<sub>2</sub>-eq/hl para a cervejaria de grande porte e 14,36 kg CO<sub>2</sub>-eq/hl para a de pequeno porte. A diferença entre as duas se dá pelo volume de produção e pelo modal de transporte utilizado em cada caso. A quantificação da Pegada de Carbono é um passo importante para alcançar as metas colocadas pelo IPCC para uma economia de zero carbono até o ano de 2050..

**Palavras-chave:** Transporte, Pegada de Carbono, Avaliação de Ciclo de Vida, Cerveja.

### CARBON FOOTPRINT ASSOCIATED WITH THE TRANSPORT OF MALT IN BREWERY IN THE BRAZILIAN NORTHEAST

#### ABSTRACT

Beer is one of the oldest drinks in the world, the earliest evidence dating back to 8,000 bc in Palestine. Beer is a beverage obtained by alcoholic fermentation of brewer's wort from barley malt, whether or not added to other malted cereals and potable water, by the action of yeast with the addition of hops. Currently, Brazil occupies the 3rd place in the world beer production, behind only the United States and China, this shows the relevance of the brewing market in the national context. The objective is to quantify the Carbon Footprint of the malt transportation stage, using as a case study two breweries installed in the Brazilian northeast, one large and one small. The Life Cycle Assessment methodology was applied using the SimaPro 8.5.2.0 software, Ecoinvent database, and the IPCC 2013 GWP 100a environmental impact assessment method. As a result, a Carbon Footprint of 4,437 kg CO<sub>2</sub>-eq / hl was found for the large brewer and 14.36 kg CO<sub>2</sub>-eq / hl for the small brewer. The difference between the two is due to the volume of production and the mode of transport used in each case. Carbon Footprint quantification is an important step towards meeting the IPCC targets for a zero carbon economy by the year 2050.

**Keywords:** Transportation, Carbon Footprint, Life Cycle Assessment, Beer.

#### 1. INTRODUÇÃO

O Artigo 64 do Decreto 2.314 de 4 de setembro de 1997, define cerveja como sendo a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo (BRASIL, 1997). Parte do malte de cevada pode ser substituída por carboidratos de origem vegetal, entre eles o arroz, trigo, centeio, milho, aveia ou sorgo. De acordo com receitas encontradas na literatura, é utilizada uma média de 1 kg de malte para cada 4 litros de cerveja (MORADO, 2009).

De acordo com a CervBrasil, a produção de cerveja no Brasil apresenta uma tendência crescente nos últimos 30 anos, e recentemente alcançou o patamar de 140 milhões de hectolitros colocando o Brasil em terceiro lugar no ranking mundial atrás apenas da líder China (460 mi hl) e dos EUA (221 mi hl) e a frente da Alemanha (95 mi hl) e da Rússia (78 mi hl) (CERVBRASIL, 2016).

O setor cervejeiro brasileiro, criado em 1853, é um dos mais tradicionais, possuindo ampla capilaridade e estando presente em todas as cidades do país, em uma cadeia que vai do agronegócio ao pequeno varejo, passando pelos mercados de embalagens, logística, maquinário e construção civil (CERVBRASIL, 2016). As grandes cervejarias instaladas no Brasil (Ambev, Grupo Petrópolis e Heineken) contam com um total de 50 fábricas, 16 dessas instaladas no Nordeste Brasileiro e abastecem mais de 1,2 milhão de pontos de venda em todo o território nacional. Assim, o setor cervejeiro é um dos mais relevantes da economia brasileira gerando mais de 2,2 milhões de empregos ao longo de toda cadeia.

Para a produção da cerveja, é necessário que o grão da cevada passe pelo processo de malteação que normalmente ocorre em maltarias.

O malte, depois de feita a mosturação, irá originar os açúcares fermentescíveis pelas leveduras, que farão o álcool da cerveja. Além disso, o malte é o principal responsável pela cor da cerveja, aromas, sabor, entre outros atributos sensoriais, sendo básico para a produção da cerveja.

Uma etapa importante para o setor cervejeiro é o transporte do malte (e de outros ingredientes) até o local de produção.

O transporte é o principal componente dos sistemas logísticos das empresas. Sua importância pode ser medida por meio de, pelo menos, três indicadores financeiros: custo, faturamento e lucro. O transporte representa, em média, 64% dos custos logísticos, 4,3% do faturamento, e em alguns casos, mais que o dobro do lucro (FLEURY *et al.*, 2000; BOWERSOX *et al.*, 1999). São cinco os modais de transporte de cargas: rodoviário, ferroviário, aquaviário, dutoviário e aéreo. Cada um possui estrutura de custos e características operacionais específicas que os tornam mais adequados para determinados tipos de produtos e de operações.

## **2. OBJETIVO**

O objetivo desse artigo é quantificar e comparar a pegada de carbono na etapa do transporte (marítimo e rodoviário) do malte. O estudo tem como base uma cervejaria de grande porte instalada em Itapissuma-PE e uma cervejaria de pequeno porte instalada em João Pessoa-PB, ambas fora do circuito tradicional de produção de cerveja, que se concentra no sul e sudeste do país.

A cervejaria de pequeno porte produz apenas cervejas puro malte, a qual possui um teor mais elevado de malte em sua fabricação, e seu nicho de mercado se concentra apenas na cidade de João Pessoa – PB, enquanto a de grande porte adiciona aditivos maltados na fabricação de cerveja e seu nicho de mercado é todo o norte e nordeste brasileiro, apesar disso, foram comparadas as produções totais de todos os tipos de cervejas das duas unidades fabris, conseguindo, como resultado final, o valor de pegada de carbono em uma unidade funcional que leva em conta apenas a etapa de transporte do malte das malterias até as unidades fabris correspondentes.

## **3. METODOLOGIA**

### **3.1 Avaliação de Ciclo de Vida**

No âmbito da sustentabilidade, a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) é uma das metodologias mais modernas de gestão ambiental estratégica, pois contribui com informações importantes para a tomada de decisão. O estudo da ACV tem uma visão holística sobre a cadeia de um produto ou serviço, indicando os seus impactos ambientais desde a extração da matéria-prima até o pós-consumo (GUINEE, 2001; GUINEE, 2002).

A ACV possui quatro etapas, interrelacionadas (ABNT, 2014a; ABNT 2014b): i) definição do objeto e escopo, onde se definem as fronteiras da análise; ii) construção do inventário, que é um levantamento quantificado de dados de todas as entradas (materiais, energia e recursos) e saídas

(produtos, subprodutos, emissões); iii) identificação e avaliação em termos de impactos potenciais ao meio ambiente que podem ser associados aos dados levantados no inventário, e finalmente iv) interpretação dos resultados.

Utilizou-se o software Simapro 8.5.2.0 (2018) com a base de dados Ecoinvent (2018) para o desenvolvimento da ACV. O método de avaliação de impacto ambiental aplicado foi o IPCC 2013 GWP 100a (IPCC, 2014), que agrupa os gases de efeito estufa emitidos num horizonte de 100 anos. Para representar o transporte rodoviário foram utilizados os seguintes processos:

*Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3 {GLO} market for | APOS, S (0,168 kg CO<sub>2</sub>-eq/tkm);*

*Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 {GLO} market for | APOS, S (0,218 kg CO<sub>2</sub>-eq/tkm);*

*Transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO3 {GLO} market for | APOS, S (0,525 kg CO<sub>2</sub>-eq/tkm);*

Esses processos procuram representar a realidade brasileira, através da capacidade dos caminhões e das normas de emissão, aqui considerada a *EURO3* a qual é a mais branda e que se assemelha com as normas nacionais.

Para representar o transporte marítimo foi utilizado o seguinte processo:

*Transport, freight, inland waterways, barge {GLO} market for | APOS, S (0,0448 kg CO<sub>2</sub>-eq/tkm).*

A unidade funcional aqui considerada foi a produção de 1 hL de cerveja do tipo Pilsen, que no Brasil é o estilo de cerveja que domina o mercado.

### 3.2 Estudo de Caso

Foram coletados dados de duas cervejarias que abastecem o mercado da região de João Pessoa-PB, uma de grande porte, denominada Cervejaria A e uma de pequeno porte denominada de Cervejaria B.

A cervejaria de grande porte está instalada em Itapissuma-PE, possui capacidade de produzir 600.000 hl/mês utilizando cerca de 15.000 ton/mês de malte. O malte utilizado por essa unidade fabril tem origem no Uruguai, e seu transporte é realizado por via marítima até o porto de Recife-PE, da onde segue por via rodoviária até a unidade fabril. A distância entre os portos do Uruguai (Montevideo) até o porto de Recife é de cerca de 3.962 km (Google Earth) e do porto de Recife até a cidade de Itapissuma é de 40km através da BR101.

No caso da cervejaria de pequeno porte, essa está instalada em João Pessoa-PB, possui uma capacidade de 60 hl/mês e utiliza uma quantidade de malte de cerca de 1.500 kg/mês e o principal fornecedor é a Cooperativa Agrária, principal malteria brasileira instalada na cidade de Guarapuava-PR e o transporte do mesmo é realizado por via rodoviária. A distância estimada entre a cidade de Guarapuava e João Pessoa é de 3.424 km através da BR101.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os dados sobre o transporte do malte inseridos no software Simapro, obtém-se os valores da pegada de carbono mostrados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Pegada de carbono para diferentes formas de transporte do malte

Tipo de Transporte	Pegada de Carbono (associada a 1 ton.km)
Marítimo	0,0448 kg CO <sub>2</sub> -eq
Rodoviário	0,1680 kg CO <sub>2</sub> -eq

Quando utilizamos os dados para análise do estudo de caso, utilizando as quantidades mensais de transporte de cevada, para ambas cervejarias, obtemos os valores da pegada de carbono nos dois casos estudados como demonstrado na Tabela 2.

**Tabela 2.** Pegadas de carbono mensais associada ao transporte do malte

<b>Cervejaria</b>	<b>Pegada de carbono</b>	<b>Pegada de Carbono/ Produção de cerveja</b>
Cervejaria A	2.662.464 kg CO <sub>2</sub> -eq	4,437 kg CO <sub>2</sub> -eq/hl
Cervejaria B	862 kg CO <sub>2</sub> -eq	14,36 kg CO <sub>2</sub> -eq/hl

A cervejaria A possui uma pegada de carbono mensal bruta 3.000 vezes maior que a cervejaria B, porém ao se considerar a produção mensal de cerveja, o valor se inverte e a cervejaria B tem uma pegada de carbono 3 vezes maior por hectolitro de cerveja produzido.

Isso ocorreu principalmente pelo modal de transporte utilizado pelas duas. O fato da cervejaria A utilizar o modal aquaviário (cabotagem) contribuiu de forma benéfica para sua pegada de carbono tendo como referência sua produção mensal.

A cervejaria B, por necessitar de uma quantidade de malte muito menor para sua operação, utiliza o modal rodoviário que é o mais utilizado no país.

O problema do Brasil é ter a sua economia ainda refém de uma matriz de transportes desbalanceada, na qual o modal rodoviário, o mais poluente, predomina sobre os outros modais. Além da falta de infraestrutura, o país sofre com a má qualidade das rodovias, das ferrovias, dos portos e dos aeroportos, o que torna mais complicada a movimentação das mercadorias e contribui para o aumento de emissões.

A elevada idade da frota nacional de caminhões, impulsionada por motores antiquados e combustíveis com altos níveis de enxofre, é outro agravante. Além de interferir na velocidade e na consistência da entrega, a idade avançada dos veículos influencia, de forma relevante, os níveis de emissões. O somatório desses fatores vem trazendo impactos reais nas emissões de GEE do Brasil, nos últimos anos. De 1990 até 2005, o país registrou um aumento de 70% no volume de gases lançados na atmosfera e originados da atividade de transporte. Esse número foi muito acima do crescimento médio mundial, de 35% (WRI, 2011).

#### **4. CONCLUSÃO**

Este trabalho desenvolveu uma avaliação do ciclo de vida para a etapa de transporte de malte utilizado em duas cervejarias de diferentes portes instaladas no nordeste brasileiro.

Apesar da cervejaria de grande porte utilizar uma quantidade 10.000 vezes maior de malte por mês, ela consegue ter uma pegada de carbono na etapa de transporte cerca de 3 vezes menor que uma cervejaria de pequeno porte por utilizar o meio marítimo para transportar o malte. A opção de transporte rodoviário, utilizada pela pequena cervejaria, e que é a mais utilizada no país, se mostra ineficiente e com uma tendência de aumento de emissões de gases do efeito estufa, sendo pelo consumo de combustível como também pela idade avançada da frota.

De acordo com o último relatório do IPCC, deve-se limitar a elevação da temperatura global a 1,5 °C a fim de evitar impactos devastadores. Uma forma de se conseguir alcançar esse objetivo é com uma gradativa mudança na matriz de transporte de carga.

Conclui-se que existe uma grande importância no controle de emissões de GEE pelo ramo cervejeiro, e que a etapa de transporte do malte representa uma grande parcela dessas emissões. Pequenas e micro cervejarias devem se organizar em associações para fomentar a compra de grandes quantidades de matéria prima, como o malte, para viabilizar o custo econômico do transporte aquaviário.

#### **5. AGRADECIMENTO**

Os autores agradecem o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Bolsa de Produtividade em Pesquisa, nº 303199/2015-6).

#### **REFERÊNCIAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Gestão Ambiental –Avaliação do Ciclo de Vida - Princípios e estrutura: NBR ISO 14040, Rio de Janeiro: ABNT, 2009 – versão corrigida 2014a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Gestão ambiental -Avaliação do ciclo de vida - Requisitos e orientações: NBR ISO 14044, Rio de Janeiro: ABNT, 2009 – versão corrigida 2014b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CERVEJA. CERVBRASIL Anuário. 2016. Disponível em: <[cervbrasil.org.br/wp-content/themes/cerv/pdf/anuariofinal2014.pdf](http://cervbrasil.org.br/wp-content/themes/cerv/pdf/anuariofinal2014.pdf)>. Acesso em: 16 abr. 2018.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; STANK, T. P. 21st century logistics: making supply chain integration a reality. Oak Brooks: Council of Logistics Management, 1999.

BRASIL GLOBAL. O mercado brasileiro para malte não torrado uruguaio. 2005. Disponível em: <<http://www.brasilglobalnet.gov.br/ARQUIVOS/PSCI/PSCIUruguaiMalteNaoTorrado.pdf>>. Acesso em: 23 jan 2019.

CARVALHO, L. G. Dossiê Técnico. Produção de cerveja. Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, mar. 2007. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTc=>>. Acesso em: 23 jan 2019.

Ecoinvent. The ecoinvent database 3.4. (2018). Disponível em: <<http://www.ecoinvent.org/>>. Acesso em 23 março 2018.

FIGUEIREDO, K. F.; FLEURY, P. F.; WANKE, P. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e dos recursos. São Paulo: Editora Atlas, 2003.

FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. Logística empresarial: a perspectiva brasileira. São Paulo: Editora Atlas, 2000.

GUINÉE, J. B. (Ed). Life Cycle Assessment: An operational guide to the ISSO Standards; LCA in Perspective; Guide; Operational Annex to Guide. Centre for Environmental Science, Leiden University, The Netherlands, 2001.

GUINÉE, J. B. Handbook on life cycle assessment: operational guide to the ISO standards. Kluwer Academic Publishers, Boston, 2002.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. (2013). Revised supplementary methods and good practice guidance arising from the kyoto protocol. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/kpsg/>>. Acesso em 27 nov 2017.

ISO 14040 - International Organization for Standardization. Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework. Genebra: ISO, 2006.

ISO 14044 - International Organization for Standardization. Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines. Genebra: ISO, 2006.

KALOGIROU, Soteris A. Engenharia de Energia Solar – Processos e Sistemas, Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. 2.ed.

LIMA, M. Custeio do transporte rodoviário de cargas. In: FIGUEIREDO, K. F.; FLEURY, P. F.; WANKE P. (Eds.). Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e de recursos. São Paulo: Editora Atlas, 2003.

MAUTHNER, Franz et al. Manufacture of malt and beer with low temperature solar process heat. Energy Procedia, v. 48, p. 1188-1193, 2014

MORADO, R. Larousse da cerveja. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009.

SIMAPRO Software. 2018. Disponível em: <[www.simapro.nl](http://www.simapro.nl)> Acesso em 10 set 2018.

WRI. Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 8.0, 2011.