

## **Inventário de Ciclo de Vida para uma Produção artesanal de Licor de Macaúba no território do Serro / Minas Gerais**

### ***Life Cycle Inventory for artisanal production of Macauba liquor in the territory of Serro / Minas Gerais***

**Adriana Luisa Duarte, mestranda, Universidade do Estado de Minas Gerais**

luisaduarte.designer@gmail.com

**Alice Novato Silva de Faria, mestranda, Universidade do Estado de Minas Gerais**

alicensfaria@gmail.com

**Ludmila C. F. Mendes, mestranda, Universidade Federal de Minas Gerais**

ludmilamendes@ufmg.br

**Kátia Andréa Carvalhaes Pêgo, Doutora, Universidade do Estado de Minas Gerais**

katia.pego@uemg.br

**Andréa Franco Pereira, Doutora, Universidade Federal de Minas Gerais**

andreafranco@ufmg.br

#### **Resumo**

A Macaúba (*Acrocomia aculeata*) é uma palmeira perene, com ampla produtividade. Presente em diferentes ecossistemas brasileiros, é encontrada na Região do Serro, Minas Gerais, como uma árvore nativa. Diante das diversas possibilidades de aproveitamento do fruto, o objetivo deste artigo é analisar os impactos ambientais advindos da produção do licor de macaúba, no território do Serro-MG, por meio da metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida. O inventário realizado identificou um ciclo de vida que inclui 12 processos, desde o crescimento da fruta, até o consumo do licor. Por se tratar de uma bebida, cujo final do ciclo de vida gera resíduos passíveis de reuso e reciclagem, o principal impacto identificado refere-se às emissões de CO<sub>2</sub>, advindas dos transportes necessários nos processos. Ainda assim, deve ser considerado o sequestro de carbono, realizado pelas próprias palmeiras de macaúba, durante seu crescimento.

**Palavras-chave:** Licor de macaúba; Avaliação do Ciclo de Vida; Região do Serro-MG

#### **Abstract**

*Macauba (Acrocomia aculeata) is a perennial palm tree, which has ample productivity. Present in different Brazilian ecosystems, it is found in the Serro Region, Minas Gerais, Brazil, as a native tree. Given the various possibilities of using the fruit, the objective of this paper is to analyse the environmental impacts arising from the production of macauba liquor, in the Serro-MG territory, through the Life Cycle Assessment methodology. The inventory carried out identified a life cycle that includes 12 processes, from the growth of the fruit to the consumption of the liquor. As it is a drink, the end of the life cycle of which generates waste that can be reused and recycled, the main impact identified refers to CO<sub>2</sub> emissions, resulting from the necessary transport in the processes. Even so, carbon sequestration, carried out by the macauba palms themselves, during their growth must be considered.*

**Keywords:** Macauba liquor; Life Cycle Assessment; Serro Region-MG

## 1. Introdução

A espécie *Acrocomia aculeata*, popularmente conhecida como macaúba, é uma palmeira oleaginosa originária da América tropical e abundantemente encontrada em quatro ecossistemas brasileiros: Cerrado, Mata Atlântica, Floresta Amazônica e Pantanal. Com longa história de exploração extrativista no país, o valor econômico desta palmeira é representado pela sua grande produtividade e pelas amplas possibilidades de aproveitamento de seu fruto. No Brasil, maciços naturais de macaúba ocorrem desde o Pará até o Estado do Paraná, principalmente nas áreas de cerrado e em ambientes de floresta sub-caducifólia (Figura 1). Atualmente, esses maciços são mais expressivos nos Estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, onde predominam condições climáticas características do bioma Cerrado (GRIPP, 2018).

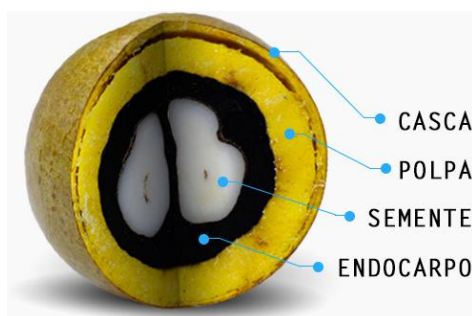
A macaúba é uma das espécies mais promissoras para produção de biodiesel na atualidade, por ser considerada grande produtora de azeite de qualidade. O plantio racional teve início em 2009, com desenvolvimento de tecnologia para a quebra da dormência de suas sementes pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), o que possibilitou a produção de mudas em grande escala, considerada, até então, o gargalo para o desenvolvimento de plantios organizados dessa palmeira (MOTIKE et al., 2018).



**Figura 1: Maciços Naturais de Macaúba. Fonte: Rubio Neto 2010 para QUEIROGA (2016).**

Pertencente à família *Arecaceae*, a macaúba é uma palmeira perene, com 10 a 15 m de altura e 20 a 30 cm de diâmetro na fase adulta. A região dos nós é coberta de espinhos escuros, pontiagudos com cerca de 10 cm de comprimento (LORENZI et al., 1996). As palmeiras possuem folhagem plumosa com folhas entre 1,5 a 3 m de comprimento. Produzem anualmente entre 4 e 8 cachos de frutos com cerca de 150 a 350 frutos por cacho, variando entre 2,5 cm e 5,0 cm de diâmetro e pesando de 15g a 50 g por fruto (SILVA, 1994).

A macaúba apresenta elevada produtividade a partir do sétimo ano de crescimento, com vida útil de exploração superior a 25 anos. Atualmente, no território do Serro-MG, sua exploração é realizada de forma extrativista, aproveitando os povoamentos nativos da planta. Os frutos da macaúba são compostos por cerca de 20% de casca, 40% de polpa, 33% de endocarpo e 7% de amêndoa (BHERING, 2011). A Figura 2 representa a composição do fruto.



**Figura 2: Estrutura do Fruto de Macaúba. Fonte: QUEIROGA, 2016.**

O objeto de estudo nessa análise é o licor de macaúba. O território em questão se localiza na Estrada Real – Minas Gerais – Brasil, denominado Território do Serro. (Figura 3)



**Figura 3: Cidade do Cerro Fonte: PREFEITURA DO MUNICÍPIO DO SERRO, 2020**

O município do Serro-MG se localiza a cerca de 330 km de distância de Belo Horizonte, capital de Minas Gerais, e compreende uma área de 1.217,813 km<sup>2</sup> (IBGE, 2019) e uma população de 20.940 habitantes (IBGE, 2020). Na área urbana vivem 11.720 habitantes, já na área rural são 9.220. A densidade populacional é de 17,11 hab/km<sup>2</sup>. Sede de uma das quatro primeiras comarcas da Capitania das Minas Gerais, a antiga Vila do Príncipe do Serro Frio, hoje, cidade do Serro, ainda guarda as características das vilas setecentistas mineiras, o que lhe valeu ser o primeiro município brasileiro a ter seu conjunto

arquitetônico e urbanístico tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) em abril de 1938.

A região é banhada pelas bacias hidrográficas dos rios Doce, Jequitinhonha e São Francisco, e o sistema de abastecimento de água e de esgotamento sanitário é realizado no município do Serro, assim como no restante do Estado, pela Companhia de Saneamento do Estado de Minas Gerais (COPASA). A rede geral de abastecimento de água atende a 64,40% dos domicílios, enquanto 29,27% são providos por poço ou nascentes particulares e 6,33% possuem forma diversa de abastecimento de água (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2000). Como muitos povoados na região, assim como outros em todo o Brasil, ainda não têm acesso ao sistema de abastecimento de água, o Governo Federal implantou, em 2011, o Programa Água para Todos. A energia elétrica é fornecida pela Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), responsável por 96% do abastecimento.

Segundo a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER-MG), o município possui cerca de 11% de área plana, 22% de área ondulada e 67% de área montanhosa. Sua altitude varia entre 600 e 1.200 m, com vegetação de Cerrado, dos tipos: campo limpo, campo sujo, cerradão, mata ciliar, vereda e cerrado típico. Segundo Andrade e Magalhães (2008), o Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, ocupando 24% do território nacional e aproximadamente 50% de Minas Gerais.

Dentre as árvores nativas presentes na Região do Serro, encontra-se a macaúba, explorada de forma extrativista há várias gerações pela população local, que se organiza em grupos de produtores ou cooperativas para otimizar o aproveitamento da colheita. A palmeira de macaúba se destaca pela sua rusticidade e produtividade. Além do óleo feito com a polpa ou com a amêndoa, o processamento dos frutos da macaúba gera coprodutos de grande valor agregado, que vão desde produtos alimentícios, a cosméticos e artesanatos. Além dos resíduos da produção de óleos e polpas, também são utilizados, farelos da polpa (mesocarpo) e da amêndoa (semente) na indústria alimentícia humana e animal, e o endocarpo na fabricação de carvão vegetal (ANDRADE et al., 2006).

Dessa forma, o objetivo deste artigo é analisar os possíveis impactos ambientais advindos da produção do licor de macaúba realizada por uma comunidade de mulheres no distrito de São Gonçalo do Rio das Pedras, na Região do Serro-MG, por meio do levantamento do Inventário do Ciclo de Vida.

## 2. Material e Métodos

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) diz respeito a uma ferramenta que possibilita medir o possível impacto ambiental de um produto. Para tanto, a ACV engloba todo o ciclo de vida do produto, desde a extração de recursos naturais, para a matéria-prima, passando pelo processo de produção, até o uso e a disposição final dos produtos e materiais (COLTRO, 2007; PEREIRA; OLIVEIRA, 2014).

De acordo com Coltro (2007), as discussões sobre a extração de recursos naturais, desencadeadas pela crise do petróleo, levaram ao início dos estudos sobre ACV, na década

de 1960. Porém, somente na década de 1990 a ideia de ciclo de vida foi formalizada, com as Normas da série ISO 14000. Assim, a série ISO 14040 descreve as exigências mínimas e os princípios para efetivação de uma ACV (PEREIRA; OLIVEIRA, 2014).

Dessa forma, as fases elementares de um estudo de ACV incluem, primeiramente, a definição dos objetos e do campo de estudo, onde são estabelecidas as fronteiras do estudo e é definida uma unidade funcional, para referência quantitativa dos fluxos da ACV. Em seguida, é realizada a análise do inventário, com a quantificação de entradas e saídas do sistema. A terceira fase contempla a avaliação do impacto, onde as informações obtidas na etapa anterior são agrupadas e associadas a possíveis impactos, resultando em um indicador numérico. Por fim, a última fase trata da interpretação do ciclo de vida, onde é avaliada a integridade e a sensibilidade do estudo (COLTRO, 2007; PEREIRA, 2017).

De acordo com Pereira (2017), a etapa de elaboração do inventário é essencial para a aplicação de uma ACV. A autora afirma que o inventário dos fluxos de matéria, energia e resíduo, deve considerar os critérios para a aquisição de dados; a qualidade dos dados de entrada; o uso de dados atualizados; a definição das entradas e saídas de recursos e as categorias de dados.

Baseado na metodologia de ACV e seguindo a norma ISO 14040, foram considerados os seguintes parâmetros:

- A função do sistema tecnológico é a produção do licor de polpa de macaúba;
- A unidade funcional (U.F.) do sistema é de 500 litros de licor;
- Por se tratar de uma atividade realizada de forma extrativista e em sistema de cooperativa, os limites do sistema incluem a produção de frutos até a destinação para consumo final;
- A cobertura geográfica do sistema é parcial, onde os principais processos foram modelados conforme informações disponibilizadas pela Embrapa (PENHA, 2006) acerca da produção de frutos, bem como da produção de licor de frutas;
- Os valores estimados para emissões de CO<sub>2</sub> foram obtidos por meio da calculadora virtual do Laboratório de Silvicultura Tropical (LASTROP) da Universidade de São Paulo – USP;
- A cobertura temporal abrange a base de dados da Embrapa (PENHA, 2006), para os processos de produção do licor, além de dados primários sobre a região, coletados na tese de Pêgo (2016);
- A cobertura tecnológica também é parcial, e os principais processos representam tecnologias específicas do sistema em avaliação;
- Os dados disponíveis relevantes foram coletados, sendo a maioria dos dados de entrada secundários, considerando que a cadeia ainda está em evolução. Os dados de saída foram calculados com base nos insumos, por meio de aplicação de equações e modelos relacionados ao tema, disponíveis na literatura técnica e científica. Nenhum critério de corte foi estabelecido.

### 3. Resultados

Na fase agrícola, foram considerados os seguintes processos: manutenção da cultura, coleta e seleção de frutos. Na fase agroindustrial, foram considerados os processos: despulpamento, maceração, trasfega, adição de açúcar, filtragem e envase. Na fase de varejo, foram considerados: varejo e consumo.

Os processos estão representados na Figura 4.

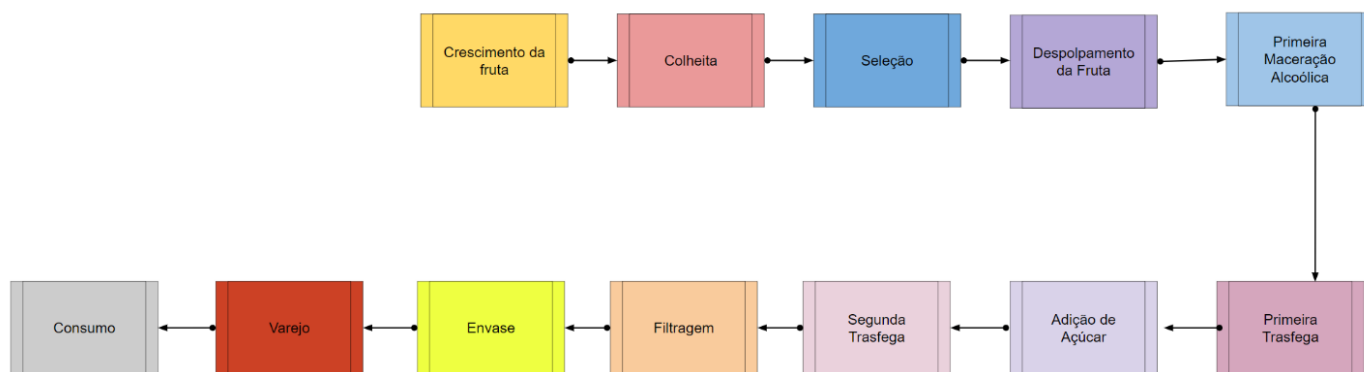


Figura 4: Processos identificados no inventário do licor de macaúba. Fonte: elaborado pelas autoras

#### 3.1. Do cultivo a seleção de frutos

Em relação ao uso da terra, considerou-se que se trata de área agrícola com mais de 20 anos de uso, como mencionado anteriormente, o manejo da macaúba ocorre de maneira extrativista, portanto não foram considerados para este estudo etapas de plantio e preparação da terra. A macaúba inicia a sua produção a partir do sétimo ano de vida, e estima-se que a árvore seja produtiva por um período de no mínimo 30 anos.

A manutenção da cultura consiste, basicamente, na aplicação de fertilizantes e controle de plantas daninhas. Neste modelo, o controle de ervas daninhas é realizado manualmente nas proximidades em torno das palmeiras e capina mecânica sobre as parcelas. Considera-se também a etapa de irrigação realizada por sistema de gotejamento.

A macaúba floresce entre os meses de setembro a novembro, e o período de maturação dos frutos varia de 12 a 14 meses após o florescimento. No estudo em questão considera-se que cada árvore produz 5 cachos com cerca de 250 frutos por cacho, cada fruto pesando 30g resultando em 37.500 kg de fruta por árvore anualmente.

As emissões de nitrogênio foram consideradas, com base nos fatores de emissão indicados por Malavolta e Moraes (2006). Como resultado, para cada quilograma de nitrogênio aplicado, considerou-se a emissão de 0,08 kg de N<sub>2</sub>, 0,013 kg de N<sub>2</sub>O, 0,16 kg de NH<sub>3</sub>, 0,03 kg de NO e 0,05 kg de NO<sub>3</sub>.

Com base em Penha (2006), após a maturação, os frutos se desprendem naturalmente dos cachos e são recolhidos tradicionalmente de forma manual em explorações extrativistas. Para tanto, os coletadores precisam passar por todas as palmeiras uma vez ao dia. Ocorre também a colheita manual dos cachos com o uso de foice, quando se retira todo o cacho de frutos de uma vez. Os frutos são armazenados em cestos de palha que são reutilizados nas próximas colheitas. Na etapa de colheita, são eliminados os sabugos do cacho, galhos e frutos pobres, que são destinados à compostagem ou aterro sanitário.

Os frutos coletados são armazenados em galpão, em recipientes do tipo tonéis de boca larga, cobertos por telas protetoras. Os frutos podem permanecer nessas condições por no máximo sete dias antes de serem higienizados.

Na etapa de higienização, os frutos inicialmente são lavados com água corrente, a fim de eliminar resíduos de terra e demais materiais orgânicos, em seguida os frutos são colocados em um tanque com água e solução clorada onde permanecem por cerca de 10 minutos para desinfecção. Nesta etapa, os frutos danificados boiam e acontece assim a primeira seleção. Toda a etapa de higienização, bem como o processo de seleção é feito manualmente pelos coletores. Segundo os coletores mais antigos, os frutos bons são aqueles cujo “olho” ainda tem a coloração alaranjada, os mais secos e amarronzados já estão com a polpa seca. Nessa etapa, são eliminados os frutos rachados, danificados, quebrados, verdes, maduros demais e podres, além de galhos, folhas e cascas, todo esse resíduo é destinado à compostagem. Além de resíduos sólidos, é eliminada a água cinza que é despejada em rede de esgotamento público. O produto dessa etapa são frutos selecionados de alta qualidade que seguem para as etapas de processamento e industrialização.

### 3.2. Processo de Fabricação do Licor

Para a realização do cálculo de frutos necessários para a produção da Unidade Funcional de 500 litros de licor, foi necessário considerar algumas padronizações referentes ao peso e a composição da macaúba. Baseado em Queiroga (2016) e Sanjinez-Argandoña e Chuba (2011), definiu-se que a polpa de macaúba totalizava 40% do peso total do fruto, que recebeu como medida padrão de peso igual a 30 g. Assim, para a produção de 500 l de licor de macaúba, seriam necessários 37.840 frutos provenientes de 31 palmeiras de macaúba, totalizando 1.135,2 kg de macaúba.

Esses frutos, já selecionados e higienizados, passariam por uma despulpadora mecânica pneumática com o consumo de 0,35 kWh por um período de 18h55min para a realização da separação do fruto entre casca, semente e polpa. O resultado desse processo são 249,9 kg de casca que pode ser destinada para a produção de biojoias, 431,4 kg de semente destinada para a extração de óleo de macaúba e a liberação de 2,36 kg de CO<sub>2</sub> referente ao consumo energético necessário, além da obtenção de 454,08 kg de polpa de macaúba.

Seguindo a proporção de 1:1 apresentada por Penha (2006), são acrescentados aos 454,08 kg de polpa de macaúba 454,08 l de álcool de cereais proveniente da cidade de Belo Horizonte a uma distância de 220 km no território do Serro-MG. Dessa forma, o resultado

desse processo é a liberação de 225,21 kg de CO<sub>2</sub> decorrentes do transporte do álcool por um caminhão leve e a obtenção de 454,08 l de Infusão Alcoólica.

Posteriormente, essa infusão passa por um período de repouso de 15 dias, antes de seguir para a próxima etapa de fabricação de licor, chamada Primeira Trasfega. Durante esse processo, a solução é transferida para um tanque com sifão onde ocorre separação entre os resíduos sólidos (1ª borra) e a solução alcoólica. Considerou-se, baseado no processo similar para a fabricação de vinho branco apresentado por Rizzon e Dall’Agnol (2009), que a 1ª borra obtida nessa etapa seria referente a 10% do volume total da infusão antes dessa etapa, isso é, 41,28 l de solução. Além disso, o resultado da primeira trasfega, são 412,8 l do chamado de *licor primário* que são transferidos para outro tanque sem sifão.

A próxima etapa é a adição do açúcar ao licor através do preparo de um xarope de açúcar com a proporção de duas partes de água para uma parte de açúcar (PENHA, 2006). Para a produção de 500 l de açúcar são necessários 103,7 l de xarope, sendo esse açúcar proveniente novamente de Belo Horizonte, a 220 kg do Serro-MG e transportado por um caminhão leve, liberando 225,21 kg de CO<sub>2</sub> para a atmosfera, além do descarte das embalagens dos insumos.

A penúltima etapa na cadeia produtiva do licor de macaúba é a Segunda Trasfega. Assim como na Primeira Trasfega, os 516,5 l de *licor primário* açucarado são mantidos em repouso por um período de 15 dias antes de serem transferidos para um tanque com sifão. Para esse processo definiu-se que 5% da quantidade de *licor primário* açucarado comporiam a chamada 2ª borra (25,8 l), sendo os 490,6 l restantes transformados em *licor secundário*.

Por fim, o *licor secundário* é submetido a um processo de filtragem com o uso de filtros que permitem sua reutilização após a lavagem ao final do processo. Paralelamente, tanto a 1ª borra quanto a 2ª borra (67,08 l no total) também são submetidas ao processo de filtragem. O resultado desse processo são 500 l de licor de macaúba, que são transferidos para outra área da planta de fabricação para seu envase. Além disso, considerou-se que nem todo o licor seria possível de ser utilizado, sendo assim, uma das saídas desse processo 57,7 l de borra ou de licor com impurezas.

Para o processo de envase, foram identificadas como entradas, as embalagens necessárias para acondicionar o licor, bem como os rótulos de identificação da bebida. Para tanto, foi necessário estabelecer um quantitativo de embalagens e rótulos, baseado na unidade funcional definida. Dessa forma, foi definido o uso de 500 garrafas de vidro com rolha, com capacidade para um litro, e 500 rótulos de papel.

Diante desta definição, foi necessário identificar o local de procedência destas embalagens e rótulos. Em pesquisa realizada na mesma localidade, sobre a produção de cosméticos, Pêgo (2016) indicou que as embalagens destes produtos eram oriundas de Belo Horizonte, distante 220 km do Serro-MG, e que os rótulos eram provenientes de Diamantina-MG, distante 22 km do Serro-MG. Dessa forma, as distâncias destas cidades para o local de produção do licor, foram consideradas para o cálculo de combustível necessário para o transporte dos respectivos materiais para o envase. Para as garrafas, foi estimado o consumo de 73 l de diesel, para o transporte por meio de um caminhão leve. Já



para os rótulos, foi considerado o consumo de 1,75 l de gasolina, para um veículo de passeio.

Além dos materiais para a embalagem, no processo de envase foi identificada, como entrada, a energia elétrica necessária para o funcionamento de uma máquina envasadora eletropneumática. Como se trata de uma produção artesanal, optou-se pelo uso de um equipamento simples e portátil (Figura 5), com potência de 10 W, cujo tempo de operação para o envase de todas as garrafas seria de 20 minutos, resultando em um consumo de 3,33 kWh. A mão de obra para a operação da máquina também foi considerada uma entrada.

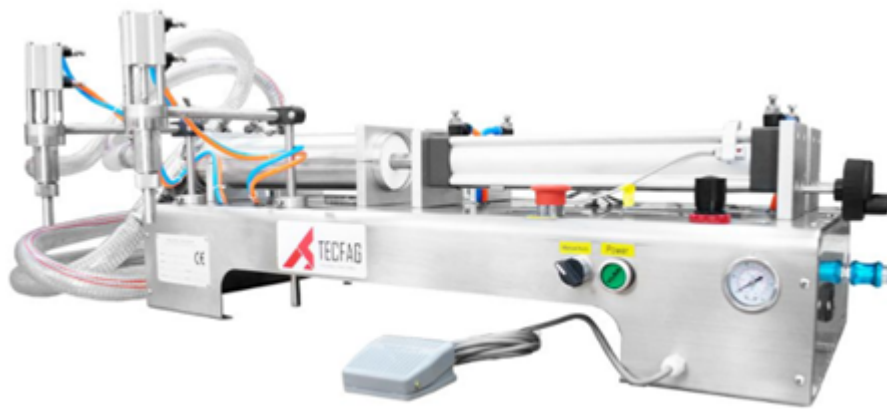


Figura 5: Envasadora portátil de mesa eletropneumática. Fonte: TECFAG (2021)

Deve ser levado em consideração que, antes do envase, as garrafas devem passar por um processo de higienização que consiste na imersão em solução clorada e posterior imersão em água fervente (PENHA, 2006).

Dessa forma, o sistema apresentou como saída os resíduos dos produtos químicos utilizados para a limpeza das embalagens. Além disso, o sistema apresenta, nesta etapa, um total de 267,81 kg de CO<sub>2</sub> liberados para a atmosfera, em decorrência do transporte das embalagens e do consumo de energia para o envase. Deste valor, o transporte corresponde a 99,7% do total de CO<sub>2</sub> liberado.

O resultado deste processo são 500 garrafas rotuladas de licor de macaúba. Assim, foi estabelecido que estas garrafas seriam transportadas para serem comercializadas no distrito de São Gonçalo do Rio das Pedras, distante 31 km do Serro-MG.

### 3.3 Varejo e Consumo

Para o processo correspondente ao varejo, foram observadas como entradas a energia elétrica necessária para o funcionamento do estabelecimento que irá comercializar o licor além da mão de obra necessária para a venda. Este processo apresenta como saída o CO<sub>2</sub> liberado pelo transporte do licor, do local de produção até o varejo, estimado em 31,73 kg.

A taxa de CO<sub>2</sub> liberada, decorrente do consumo de energia elétrica do estabelecimento, também pode ser considerada uma saída, porém, devido às variáveis relacionadas a esta questão, este valor não foi quantificado. Ressalta-se ainda, que este processo apresenta como saída, a geração de emprego e renda decorrente da venda dos licores.

Por fim, o último processo identificado, refere-se ao consumo do licor, que resulta na geração de resíduos: garrafa de vidro, rolhas e rótulos. Em um sistema sustentável, estes resíduos devem ser encaminhados para reciclagem. Destaca-se que o transporte do licor, do varejo até o local de consumo, é uma fase de transição, que pode apresentar como saída maior ou menor quantidade de emissão de CO<sub>2</sub>, dependendo das distâncias percorridas e dos meios utilizados para o transporte.

Importante destacar que este estudo foi realizado de forma teórica, não sendo possível uma visita presencial ao território, devido à pandemia do Sars-CoV-2. Sendo assim, as quantidades e medidas, apresentadas neste artigo, foram obtidas com base em outros documentos relacionados ao processo estudado, podendo haver alterações em relação aos valores reais, tendo em vista que fatores tais como a variação do peso dos frutos e a temperatura do local de produção do licor podem contribuir para essas mudanças.

#### 4. Conclusões

Levando em consideração os dados apresentados, calcula-se que o fluxo completo de produção de licor de macaúba libera em torno de 712,32 kg de CO<sub>2</sub> para a atmosfera, derivado, principalmente, do transporte necessário para a obtenção dos insumos para a produção do licor. Deve-se ressaltar, porém, que a quantidade assinalada não leva em consideração a quantidade de CO<sub>2</sub> sequestrada pelas próprias palmeiras de macaúba durante seu crescimento.

O consumo, sendo o último processo considerado no ciclo de vida do licor, gera resíduos com grandes possibilidades de reuso ou reciclagem, tais como o vidro, o rótulo e a rolha. Tal fato possibilita a implantação de um sistema de economia circular, em que as saídas de um sistema tornam-se entradas para outro.

Importante ressaltar que a transição de um modelo econômico linear (no qual a dinâmica consiste na extração, produção, distribuição, consumo e descarte) para o circular não se reduz a ajustes com vistas à diminuição dos impactos negativos. Tal transição se configura como uma mudança sistêmica, que se edifica em longo-prazo, na qual é imprescindível a participação de cada um dos cidadãos. Certamente, esta não é uma tarefa trivial, ao contrário, aparenta ser enorme. Porém, as características intrínsecas da atividade do design, visão multifacetada, multidisciplinariedade, trânsito entre as diversas camadas e setores da sociedade, entre outras, imprimem a esses profissionais uma fração de responsabilidade e dever na reconstrução social e coletiva, sob tais perspectivas.

## Agradecimentos

Agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Universidade do Estado de Minas Gerais e à Universidade Federal de Minas Gerais, que permitiram a realização desta pesquisa.

## Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Atlas de energia elétrica do Brasil: Energia Hidráulica**. Brasília-DF: 2008. 3. Ed. p.58-61. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>> . Acesso em: 19 fev. 2021

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (ARSAE-MG). **Relatório de Fiscalização**. Belo Horizonte-MG, 2011. 33 p. Disponível em: <<http://www.arsae.mg.gov.br>> . Acesso em: 19 fev. 2021

ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE MINAS GERAIS **Municípios**: Serro. Disponível em: <<https://www.almg.gov.br>> Acesso em: 19 fev. 2021.

COLTRO, L. Avaliação do ciclo de vida - ACV. In: COLTRO, L. (org). **Avaliação do ciclo de vida como instrumento de gestão**. Campinas: CETEA/ITAL, 2007, p. 7-14.

FAVARO, S. et al. **Armazenamento e processamento da macaúba**: contribuições para manutenção da qualidade e aumento do rendimento de óleo da polpa. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2018. 38 p. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/agroenergia/publicacoes>>. Acesso em: 13 Jan 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE Cidades**. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 02 fev. 2014

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Serro**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/serro.html?>> Acesso em: 19 fev. 2021.

LASTROP - Laboratório de Silvicultura Tropical. 2021. Disponível em: <[http://esalqlastrop.com.br/capa.asp?pi=calculadora\\_emissoes#:~:text=1%20litro%20de%20gasolina%20%3D%201,kg%20CO2%20emitido%20por%20litro.>](http://esalqlastrop.com.br/capa.asp?pi=calculadora_emissoes#:~:text=1%20litro%20de%20gasolina%20%3D%201,kg%20CO2%20emitido%20por%20litro.>)> Acesso em janeiro de 2021.

MALAVOLTA, E.; MORAES, M. F. **O nitrogênio na agricultura brasileira**. Série de Estudos e Documentos–SED-70. CETEM/MCT. 2006. 74 p.

MOTOIKE, S. Y. *et al.* **Produção de mudas de macaúba**. Boletim Técnico: Acrotech, Viçosa-MG, 2010.

, K. A. C. **Approach of the Systemic Design in Material and Intangible Culture of Estrada Real**: territorial Serro case. Turin: Politecnico di Torino, 2016. Disponível em:

<[https://iris.polito.it/retrieve/handle/11583/2644209/116354/Tesi\\_Carvalhaes\\_Pêgo.pdf](https://iris.polito.it/retrieve/handle/11583/2644209/116354/Tesi_Carvalhaes_Pêgo.pdf)>.  
Acesso em: 2 fev 2021.

PENHA, E. das M. **Licor de Frutas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 36 p. Disponível em; <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/416490/licor-de-frutas>>. Acesso em: 13 Jan 2021.

PEREIRA, A. F.; OLIVEIRA, A. J. Oportunidades para ecodesign na embalagem, produção e distribuição de lichia a partir da Avaliação do Ciclo de Vida. In: SILVEIRA, A. L. M. da; FRANZATO, C.; LINDEN, J. van der. (Org.). **Caminhos para a sustentabilidade através do design**. Porto Alegre: Editora Uniritter, 2014, v. 1, p. 133-148.

PEREIRA, A. F. ACV para designers e arquitetos: experiências de modelamento do inventário do ciclo de vida. In: OLIVEIRA, A. J. de; FRANZATO, C.; DEL GAUDIO, C. (Org.). **Ecovisões projetuais: pesquisas em design e sustentabilidade no Brasil**. 1ed. São Paulo: Editora Blucher, 2017, v., p. 219-234.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DO SERRO. 2020. Disponível em: <https://www.serro.mg.gov.br/> Acesso em: 19 fev. 2021.

QUEIROGA, V. de P. et al. **Tecnologias de Plantio da Macaubeira na Região Nordeste e Aproveitamento Energético**. Campina Grande: AREPB, 2016. 210 f. Disponível em: <[https://issuu.com/abarriguda/docs/livro\\_macaubeira](https://issuu.com/abarriguda/docs/livro_macaubeira)>. Acesso em: 20 Jan 2021

RIZZON, L. A. DALL'AGNOL, I. **Vinho Branco**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 46 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/662684/vinho-branco>>. Acesso em: 20 Jan 2021

SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J. CHUBA, C. A. M. Caracterização Biométrica, Física e Química de Frutos da Palmeira Bocaiúva *Acrocomia Aculeata* (Jacq) Lodd. **Revista Brasileira de Fruticultura**: Jaboticabal-SP, v. 33, n. 3, p. 1023-1028, Setembro 2011.

Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452011000300040&lng=pt&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452011000300040&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 20 Jan 2021

SILVA, L. M. L. R. **Caracterização dos Subprodutos da Vinificação**. In: Millenium, 2003, p. 123-133.

TECFAG. **Envasadora de 2 Bicos de Líquidos (100-1000 ml) - SYF2 1000**. [S. l.], 2021. Disponível em: Envasadora de 2 Bicos de Líquidos (100-1000 ml) - SYF2 1000. Acesso em: 10 fev. 2021.