

**ABORDAGEM DO CICLO DE VIDA NA GESTÃO AMBIENTAL DA
PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL DAS REGIÕES SUL E SUDOESTE DA BAHIA**

Caroline Andrade da Silva Coutinho¹, Luciano Brito Rodrigues²

RESUMO

Esta pesquisa evidencia a aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) como ferramenta metodológica para a elaboração do Inventário do Ciclo de Vida (ICV) no processo de beneficiamento da *Musa Spp./banana* variedade nanica para a produção de geléias. O trabalho foi desenvolvido com base em dados secundários, obtidos em artigos científicos, dissertações, livros e relatórios técnicos, abrangendo desde a extração da matéria-prima até a transformação em geléia (*cradle-to-gate*). A unidade funcional definida foi de 1000 kg de geléia, estabelecida como referência para os cálculos dos fluxos de entrada e saída do sistema. A formulação considerou 200 kg de banana, além de açúcar, pectina, ácido e água. Foram identificados e quantificados os insumos utilizados, o consumo de energia elétrica, o uso de embalagens de vidro e o número de frascos necessários para o envasamento. O balanço de massa possibilitou estimar o volume de água evaporada durante a concentração a vácuo, adotando-se 65° Brix como parâmetro. No processo os fluxos de entrada incluem: 200 kg de fruta, 15 kg de pectina, 7 kg de ácido, 593 kg de açúcar, 245 kg de água, além de consumos elétricos de 29,44 kWh no despulpamento, 206,056 kWh na concentração a vácuo e 211,2 kWh na rotulagem/armazenamento. Foram usadas 596 kg de embalagens. Para os fluxos de saída, foram contabilizados 60 kg de água residual, 60 kg de cascas e 1.596 kg de produto embalado. A aplicação da ACV neste processo permitiu identificar oportunidades de otimização de recursos e valorização de subprodutos, fortalecendo práticas sustentáveis no beneficiamento da banana.

PALAVRAS-CHAVE: Produção de Geléias. Inventário do Ciclo de Vida. Gestão ambiental. Berço ao portão.

**LIFE CYCLE APPROACH IN ENVIRONMENTAL MANAGEMENT OF
AGROINDUSTRIAL PRODUCTION IN THE SOUTH AND SOUTHWEST REGIONS
OF BAHIA**

ABSTRACT

This research highlights the application of Life Cycle Assessment (LCA) as a methodological tool for the development of the Life Cycle Inventory (LCI) in the processing of *Musa spp. / dwarf banana (banana nanica)* for jam production. The study was based on secondary data obtained from scientific articles, dissertations, books, and technical reports, covering the process from raw material extraction to jam production (*cradle-to-gate*). The functional unit defined was 1000 kg of jam, established as a reference for calculating the input and output flows of the system. The formulation considered 200 kg of banana, along with sugar, pectin, acid, and water. The inputs used, electricity consumption, glass packaging, and the number of jars required for bottling were identified and quantified. The mass balance enabled the estimation of evaporated water volume during vacuum concentration, adopting 65° Brix as a parameter. In the process, the input flows include: 200 kg of fruit, 15 kg of pectin, 7 kg

1 Bolsista de Iniciação Científica. 201912528@uesb.edu.br

2 Professor Pleno DTRA. rodrigueslb@uesb.edu.br

of acid, 593 kg of sugar, 245 kg of water, as well as electricity consumption of 29.44 kWh for pulping, 206.056 kWh for vacuum concentration, and 211.2 kWh for labeling/storage. A total of 596 kg of packaging was used. For the output flows, 60 kg of wastewater, 60 kg of banana peels, and 1,596 kg of packaged product were accounted for. The application of LCA in this process made it possible to identify opportunities for resource optimization and by-product valorization, strengthening sustainable practices in banana processing.

KEYWORDS jam production; Life Cycle Inventory (LCI); environmental management; cradle-to-gate.

INTRODUÇÃO

A banana é a segunda fruta mais importante no mercado interno do país, ficando atrás somente da laranja. Em 2023, foram colhidos cerca de 460 mil hectares, gerando um volume de 6,8 milhões de toneladas e R\$ 13,8 bilhões em valor de produção. (Vidal, 2024).

A Bahia é o segundo maior produtor de bananas do Brasil, com destaque para Bom Jesus da Lapa e Teolândia, esta última conhecida como “capital da banana”. Iniciativas como a Escola da Banana, do Sebrae, promovem inovação e difusão tecnológica para produtores regionais (SEAGRI, 2023; Agência Sebrae, 2025).

De acordo Athayde, (2014) a produção de banana pode gerar quatro toneladas de resíduos para cada tonelada de banana colhida, como cascas, folhas e frutos rejeitados.

As perdas e desperdícios de alimentos acontecem em todas as fases da cadeia de suprimentos, desde a produção até o consumo, passando pelo manejo, armazenamento, processamento, embalagem, distribuição e mercado (Papargyropoulos et al. 2014, apud Marangoni, 2024).

Conforme definido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), os produtos derivados de frutas são obtidos a partir de frutas inteiras, suas partes ou sementes, submetidas a processos tecnológicos como cocção, desidratação, fermentação, concentração, secagem ou congelamento, garantindo a segurança do alimento para o consumo humano (BRASIL, 2005).

Portanto, buscar alternativas sustentáveis para reduzir e valorizar os resíduos do beneficiamento da banana é fundamental. O presente estudo, por meio da Avaliação do Ciclo de Vida, pretende auxiliar o campo acadêmico, as indústrias de alimentos que pretende aplicar este método, utilizando-o como modelo de orientação, e aos órgãos públicos. a identificar desequilíbrios e falhas que geram resíduos, permitindo a implementação da economia circular em sua gestão ambiental.

MATERIAISEMÉTODOS

Este estudo adotará como abordagem principal a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), com o foco na etapa do Inventário do Ciclo de Vida (ICV), conforme os itens 5.2 e 5.3 dos princípios e estrutura da norma ISO 14040:2009 atualizada em 2014, que trata da definição de objetivo e escopo, e da Análise de Inventário do Ciclo de Vida (ICV). A pesquisa será de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e quantitativa, voltada para análise de dados de sistemas produtivos de beneficiamento de banana madura.

Na definição do escopo, foi estabelecida a delimitação da fronteira do sistema, indicando seu início e o seu término. Desse modo, foi definido do berço ao portão (*cradle-to-gate*), desde a extração da matéria prima (banana) até o beneficiamento da fruta em geléia.

Compreende a função, como a produção de geléia através da extração da polpa da banana da variedade nanica. A definição da unidade funcional foi determinada em 1000 kg de geléia, ou seja, do produto em questão, esse valor foi determinado para obtenção de uma análise mais abrangente.

Para a produção da geléia, foi utilizado 200 kg de banana da variedade nanica, este valor representa o fluxo de referência.

Os dados quantitativos dos elementos básicos como: fruta, pectina, ácido, açúcar e água, para produção de geléias de fruta, foram calculados com base nos percentuais fornecidos pela Embrapa (1985). Desse modo, esses dados foram obtidos da seguinte forma:

$$x = \text{unidade funcional} \times \text{percentual fornecido} (1)$$

Utilizando uma balança, foi pesado um frasco vazio de geléia (marca desconhecida) para identificação do seu peso, (figura 06).

FIGURA 1: Pesagem do frasco para geléia.



Fonte: Autora, 2025.

Para energia elétrica, considerou-se a potência (kW) dos equipamentos industriais e tempo de operação, usando a equação: $E = P * \Delta t$ (2)

A Potências em CV foram convertidas para $P_{kw} = P_{CV} \times 0,7355$.

Para a obtenção dos dados de embalagens, calculou-se o número de frascos de vidro para 1.000 kg de geléia, considerando peso do frasco cheio, logo foi feito o calculo para saber o n° de frascos necessários, por meio da seguinte expressão

$$n^{\circ}_{defrascos} = \text{quantidadetotaldegeléia} + \text{pesodofrascocheio} \quad (3)$$

O vapor de água foi analisado pelo balanço de massa:

$$M_{entra} = M_{sai} \quad (4)$$

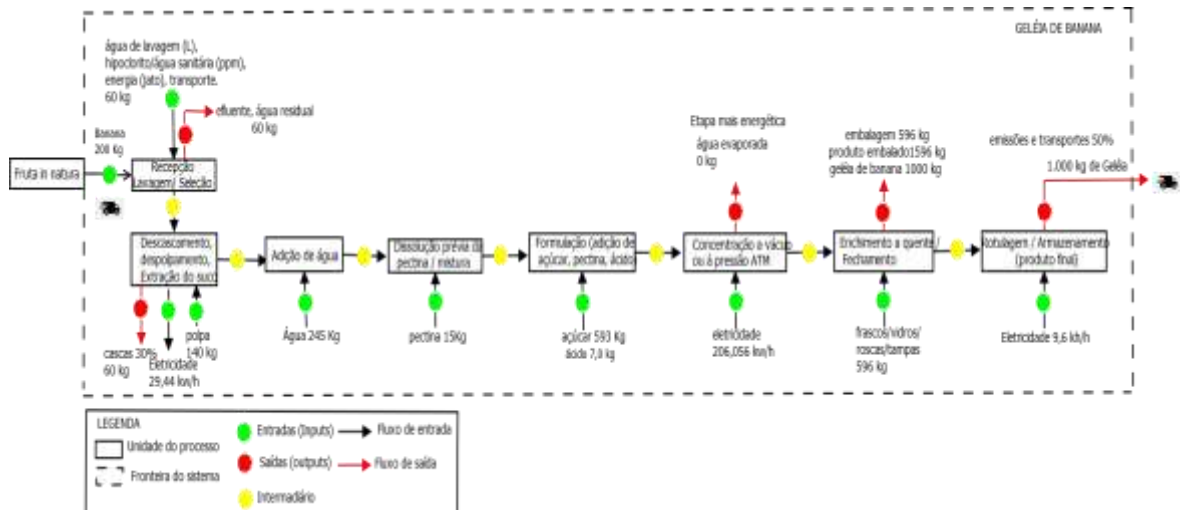
Considerando água na fruta e sólidos solúveis (grau Brix de 65%). A água evaporada na concentração a vácuo foi determinada por:

$$E = W_{entra} - W_{sai} \quad (5)$$

RESULTADOSEDISCUSSÃO

O fluxograma do processo produtivo da geléia de banana variedade nanica com as respectivas etapas e dados quantitativos obtidos por meio de cálculos é apresentado (Figura 2).

FIGURA 2: Fluxograma do processo da geléia de banana



Fonte: Autora, 2025.

Segundo TCHOBANOGLIOUS et al., 1993 a casca de banana representa um percentual de 30 a 40% do peso total da fruta. Com esse dado, temos que em 200 kg de bananas utilizadas para o processo de fabricação de geléias, 60 a 80% são de cascas de banana.

E assumindo um teor de aproximadamente 75% de água presente na fruta segundo o relatório básico da Escola Paulista de Medicina - EPM.

Como demonstrado na figura 02, para os fluxos de entrada dos recursos utilizados para a produção de geléias temos: 200 kg de fruta, 15 kg de pectina, 7,0 kg de ácido, 593,0 kg de açúcar, 245 kg de água, o consumo da eletricidade utilizada para o despulpamento foi de 29,44 kw/h kg, para a concentração a vácuo 206,056 kw/h, e na etapa de rotulagem e armazenamento do produto também teve consumo de 211,2 kg, e o total de embalagem utilizadas para 1000 kg de geléia de banana foi de 596 kg.

E para os fluxos de saída temos: 60 kg de água residual, 60 kg de cascas de banana. O cálculo do balanço de massa para identificação da evaporação de água nos tachos a vácuo, com polpa 140 kg, 245 kg de água adicionada, 593 kg de açúcar e outros sólidos, o balanço de massa já fecha para 1.000 kg a 65°Brix. Portanto, não há necessidade de evaporação líquida. Também para os dados quantitativos de saída de embalagens foi determinado a mesma quantidade estabelecido pelo fluxo de entrada de 596 kg de embalagens, e um total de 1596 kg com os produtos embalados.

Dados da OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, integrado ao Fórum de Internacional de Transportes, constatou em um estudo técnico que o transporte é responsável por 50% de emissões de GHG – Green House Gases. (Bandeira, 2017).

Por fim, é considerado como fluxo de saída o produto final com a quantidade pré-estabelecida de 1.000 kg de geléia de banana.

CONSIDERAÇÕES

O processo de fabricação de geléia de banana envolve fluxos significativos de recursos, subprodutos e eletricidade/ energia. A análise do Inventário do Ciclo de Vida (ICV) foi essencial para mapear os pontos críticos desse sistema. Conforme Tchobanoglous et al. (1993), a casca representa 30 a 40% do peso total da fruta, enquanto a Escola Paulista de Medicina (EPM) indica cerca de 75% de água em sua composição, reiterando a necessidade de aproveitamento adequado desses resíduos. Para a produção de 1.000 kg de geléia, foram empregados 200 kg de frutas, 15 kg de pectina, 7 kg de ácido, 593 kg de açúcar, 245 kg de água, além de recursos energéticos como 29,44 kWh para o despulpamento, 206,056 kWh para concentração a vácuo e 211,2 kWh para rotulagem e armazenamento. O balanço de massa demonstrou que, para atingir 65°Brix, a composição final de 1.000 kg se estabilizou sem necessidade de evaporação líquida adicional, contemplando ainda a geração de 60 kg de água residual e 60 kg de casca de banana, é importante destacar nem sempre isso acontece, para casos que há evaporação é importante o controle para eficiência do produto e do processo. Quanto às embalagens, foram utilizados 596 kg, resultando em um total de 1.596 kg de produto embalado.

A etapa de transporte, segundo a OCDE (Bandeira, 2017), apresenta papel relevante, sendo responsável por até 50% das emissões de GEE, e merece destaque para futuros estudos. Assim, a aplicação da ACV neste processo permitiu identificar oportunidades de otimização de recursos e valorização de subprodutos, fortalecendo práticas sustentáveis no beneficiamento da banana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATHAYDE, Carolina Sampaio. *Análise dos resíduos gerados pela bananicultura como possível fonte de geração de energia*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014. Disponível em: <http://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-9UNHAF>. Acesso em: 25 de julho 2025.

Agência Sebrae / Sebrae Bahia. *Sebrae inscreve para o programa Escola da Banana*. Salvador: Agência Sebrae, 31 mar. 2025. Disponível em: <https://ba.agenciasebrae.com.br/cultura-emprededora/sebrae-inscreve-para-o-programa-escola-da-banana/>. Acesso em: 14 de agosto de 2025.

BANDEIRA, Gabriel Grubel. *Impacto do investimento em TI na emissão de gases de efeito estufa: um estudo nas atividades de abastecimento e logística na cadeia de suprimentos do setor automotivo*. Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2017. 153 f. Disponível em: https://repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/9702/Gabriel%20Grubel%20Bandeira_.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 25 de setembro de 2025.____.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). *Resolução-RDC n.º 272, de 22 de setembro de 2005: Regulamento Técnico para Produtos de Vegetais, Produtos de Frutas e Cogumelos Comestíveis*. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 22 set. 2005. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0272_22_09_2005.html. Acesso em: 25 de julho 2025.

SEAGRI (Bahia). *Dia da Banana: Segundo maior produtor do Brasil, estado da Bahia investe em*. Salvador: Secretaria da Agricultura, Pecuária, Irrigação, Pesca e Aquicultura da Bahia, 22 set. 2023. Disponível em: <https://www.seagri.ba.gov.br/noticias/2023/09/22/dia-da-banana-segundo-maior-produtor-do-brasil-estado-da-bahia-investe-em>. Acesso em: 25 de julho de 2025.

MARANGONI, Suzana Márcia. *Gerenciamento da prevenção e redução de desperdícios de FLV: uma pesquisa participante no varejo supermercadista*. Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento, Faculdade de Ciências e Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Tupã, 2024. 225 f. Disponível em: <https://hdl.handle.net/11449/258110>. Acesso em: 27 de agosto de 2025.

TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN, H.; VIGIL, S. *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues*. McGraw-Hill, New York, p. 3-22, 1993. Acesso em: 24 de setembro de 2025

VIDAL, Maria de Fátima. *Fruticultura: Banana*. Fortaleza: Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste (ETENE), Caderno Setorial nº 362, Novembro 2024. 12 p. Disponível em: <https://share.google/9t5SUZ5tj2Y9NIL1w>. Acesso em: [18 de junho de 2025].