

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS  
GERAIS - *CAMPUS* BAMBUÍ  
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Emanuela de Oliveira

**ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DO LEITE COMO FERRAMENTA DIDÁTICA  
PARA O ENSINO DE SUSTENTABILIDADE**

BambuÍ

2026

Emanuela de Oliveira

**ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DO LEITE COMO FERRAMENTA DIDÁTICA  
PARA O ENSINO DE SUSTENTABILIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado ao Curso de Licenciatura em  
Ciências Biológicas do IFMG – *Campus*  
BambuÍ como requisito parcial para obtenção  
do título de Licenciada em Ciências  
Biológicas.

Orientador(a): Prof. Dra: Ludimilla Portela  
Zambaldi Lima Suzuki.

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

O48a Oliveira, Emanuela de.

Análise do ciclo de vida do leite como ferramenta didática para o ensino de sustentabilidade. / Emanuela de Oliveira. – Bambuí, 2026. 56 f.: il.; color.

Orientadora: Profa. Dra. Ludimilla Portela Zambaldi Lima Suzuki. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Licenciatura em Ciências Biológicas, 2026.

1. Sequência didática. 2. Consumo consciente. 3. Impactos ambientais. I. Suzuki, Ludimilla Portela Zambaldi Lima. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG. III. Título.

CDD 338.1771



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E**  
**TECNOLOGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS**  
**Campus Bambuí**  
**Diretoria de Ensino**  
**Departamento de Ciências e Linguagens**  
Faz. Varginha - Rodovia Bambuí/Medeiros - Km 05 - Caixa Postal 05 - CEP 38900-000 - Bambuí - MG 37  
3431 4900 - [www.ifmg.edu.br](http://www.ifmg.edu.br)

Emanuela de Oliveira

## **ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DO LEITE COMO FERRAMENTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE SUSTENTABILIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado ao Curso de Licenciatura em  
Ciências Biológicas do IFMG – *Campus*  
Bambuí como requisito parcial para  
obtenção do título de Licenciada em  
Ciências Biológicas.

Orientador(a): Prof. Dra: Ludimilla Portela  
Zambaldi Lima Suzuki.

Aprovado em 08/07/2026 pela banca examinadora:

Profa. Dra. Ludimilla Portela Zambaldi Lima Suzuki (Orientadora)

Profa. Msc. Maria Carolina Gaspar Botrel

Profa. Dra. Rafaela Corrêa Pereira

BambuÍ,14 de julho de 2026.



Documento assinado eletronicamente por **Ludimilla Portela Zambaldi Lima Suzuki, Professora**, em 14/07/2026, às 09:07, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Rafaela Correa Pereira, Professora**, em 14/07/2026, às 09:16, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Maria Carolina Gaspar Botrel, Professora**, em 15/07/2026, às 16:20, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2807668** e o código CRC **10E7A56A**.

23209.001785/2024-82

2807668v1

## RESUMO

A Análise do Ciclo de Vida (ACV) é uma ferramenta utilizada para avaliar os impactos ambientais associados a produtos e processos ao longo de todas as etapas de seu ciclo de vida. Além de sua aplicação técnica, a ACV apresenta potencial para ser utilizada como recurso didático no ensino, contribuindo para a formação de uma consciência ambiental crítica e para análise da origem dos impactos ambientais. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo investigar possibilidades de aplicação da ACV como ferramenta didática e desenvolver uma sequência didática baseada na análise do ciclo de vida do leite. Inicialmente, foi realizada uma pesquisa documental nos Projetos Pedagógicos de Cursos (PPCs) do IFMG – Campus Bambuí, visando identificar disciplinas com potencial para a inserção da temática. Em seguida, foi realizado um levantamento bibliográfico para subsidiar a elaboração de uma atividade pedagógica aplicada a uma turma do ensino médio. A sequência didática foi composta por questionário diagnóstico inicial, aula expositiva dialogada, atividade prática utilizando uma planilha desenvolvida no Microsoft Excel, discussão coletiva dos resultados e reaplicação do questionário. Os resultados indicaram ampliação do conhecimento dos estudantes sobre sustentabilidade e Análise do Ciclo de Vida, além de maior capacidade de relacionar fatores como matéria-prima, embalagem, processamento e transporte aos impactos ambientais dos produtos. A análise dos PPCs também evidenciou potencial para aplicação da ACV em diferentes áreas do conhecimento, especialmente nos cursos relacionados às Ciências Agrárias, Alimentos e Meio Ambiente. Conclui-se que a ACV apresenta potencial como ferramenta didática, favorecendo a contextualização dos conteúdos e o desenvolvimento do pensamento crítico sobre consumo e sustentabilidade.

**Palavras-chave:** Sequência Didática. Consumo Consciente. Impactos Ambientais.

## **ABSTRACT**

Life Cycle Assessment (LCA) is a tool used to evaluate the environmental impacts associated with products and processes throughout all stages of their life cycle. In addition to its technical application, LCA has the potential to be used as an educational resource, contributing to the development of critical environmental awareness among students. In this context, the present study aimed to investigate the possibilities of applying LCA as a teaching tool and to develop a didactic sequence based on the life cycle assessment of milk. Initially, a documentary analysis of the Pedagogical Course Projects (PCPs) of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Minas Gerais (IFMG) – Bambuí Campus was conducted to identify courses and disciplines with potential for the integration of the theme. Subsequently, a literature review was carried out to support the development of an educational activity applied to a high school class. The didactic sequence consisted of an initial diagnostic questionnaire, an interactive lecture, a practical activity using a spreadsheet developed in Microsoft Excel, a collective discussion of the results, and the reapplication of the questionnaire. The results indicated an increase in students' knowledge regarding sustainability and Life Cycle Assessment, as well as a greater ability to relate factors such as raw materials, packaging, processing, and transportation to the environmental impacts of products. The analysis of the Pedagogical Course Projects also revealed significant potential for the application of LCA in different fields of knowledge, particularly in programs related to Agricultural Sciences, Food Science, and Environmental Studies. It can be concluded that LCA has considerable potential as a teaching tool, promoting the contextualization of content and fostering critical thinking about consumption and sustainability.

**Keywords:** Didactic Sequence. Conscious Consumption. Environmental Impacts.

## **LISTA DE QUADROS**

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 – Resumo das principais normas ISO e sua relação com a ACV ..... | 22 |
| Quadro 2 – Disciplinas e Cursos para inserção da ACV .....                | 32 |



## **LISTA DE TABELAS**

|                                                                                                                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 – Valores de emissão de CO <sub>2</sub> associados às diferentes matérias-primas do leite, aos processos de produção e aos tipos de embalagens utilizados para compor a planilha de coeficientes ..... | 29 |
| Tabela 2 – Valores de emissão de CO <sub>2</sub> associados às diferentes matérias-primas do leite, aos processos de produção e aos tipos de embalagens utilizados para compor a planilha de coeficientes ..... | 30 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Etapas ACV.....                                                                                                       | 18 |
| Figura 2 – Erros identificados após o preenchimento da planilha relacionados ao tipo de processamento dos leites analisados..... | 41 |
| Figura 3 – Erros identificados relacionados ao volume dos leites analisados .....                                                | 42 |
| Figura 4 – Emissões Estimadas de (CO <sub>2</sub> e) dos Produtos Analisados.....                                                | 42 |

## SUMÁRIO

|                                                                                               |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>                                                                      | <b>12</b> |
| <b>2 OBJETIVOS.....</b>                                                                       | <b>14</b> |
| 2.1 Objetivo geral.....                                                                       | 14        |
| 2.2 Objetivos específicos .....                                                               | 14        |
| <b>3 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>                                                             | <b>15</b> |
| 3.1 Produtos e Impactos.....                                                                  | 15        |
| 3.2 Impactos das Diferentes Embalagens de Leite .....                                         | 15        |
| 3.3 Análise do Ciclo de Vida e Avaliação Ambiental na Cadeia Produtiva.....                   | 16        |
| 3.4 Etapas da ACV e Aplicação na Tomada de Decisão.....                                       | 18        |
| 3.5 Gases de Efeito Estufa e CO <sub>2</sub> Equivalente na Análise do Ciclo de Vida.....     | 20        |
| 3.6 Normas da ACV e sua Aplicação no Contexto Brasileiro .....                                | 21        |
| 3.7 ACV no Contexto Educacional e Formação de Competências.....                               | 23        |
| <b>4 METODOLOGIA .....</b>                                                                    | <b>26</b> |
| 4.1 Análise dos Projetos Pedagógicos dos Cursos do IFMG <i>Campus</i> Bambuí .....            | 26        |
| 4.2 Elaboração da Sequência Didática.....                                                     | 27        |
| <b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>                                                         | <b>32</b> |
| 5.1 Resultados Análise dos Projetos Pedagógicos dos Cursos do IFMG <i>Campus</i> Bambuí ..... | 32        |
| 5.2 Resultados da Sequência Didática.....                                                     | 36        |
| <b>6 CONCLUSÃO .....</b>                                                                      | <b>49</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                                                      | <b>50</b> |
| <b>APÊNDICE A - PLANO DE AULA ELABORADO .....</b>                                             | <b>53</b> |
| <b>APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS DURANTE A AULA.....</b>                      | <b>55</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o aumento da produção e do consumo de bens tem intensificado a utilização de recursos naturais e a geração de impactos ambientais em diferentes etapas das cadeias produtivas. Nesse contexto, torna-se cada vez mais importante desenvolver estratégias que permitam compreender de forma integrada os impactos associados aos produtos consumidos diariamente, bem como promover a formação de indivíduos capazes de refletir criticamente sobre suas escolhas. De acordo com Vieira (2020), a sociedade de consumo tem contribuído para o agravamento dos problemas ambientais, evidenciando a necessidade de práticas educativas que promovam a conscientização e a adoção de comportamentos mais sustentáveis.

A Análise do Ciclo de Vida (ACV) destaca-se como uma metodologia capaz de avaliar os impactos ambientais associados a um produto, processo ou serviço desde a obtenção da matéria-prima até sua destinação final (CHEHEBE, 1997). Embora amplamente utilizada no setor produtivo como ferramenta de gestão ambiental, sua aplicação no contexto educacional ainda é pouco explorada, especialmente como instrumento para o desenvolvimento da educação ambiental e da consciência crítica dos estudantes. Nesse sentido, torna-se necessária a adoção de estratégias pedagógicas que favoreçam a compreensão das relações entre consumo, sociedade e meio ambiente, contribuindo para a formação de cidadãos mais conscientes e participativos (JACOBI, 2003).

A utilização da ACV no ensino possibilita relacionar conteúdos científicos a situações presentes no cotidiano dos alunos, favorecendo a compreensão de temas como sustentabilidade, consumo consciente, geração de resíduos e mudanças climáticas. Ao aproximar os conteúdos escolares da realidade dos estudantes, essa abordagem contribui para o desenvolvimento da reflexão crítica sobre as questões socioambientais e para a formação de cidadãos mais conscientes e participativos (LOUREIRO, 2012). Além disso, contribui para o desenvolvimento do pensamento sistêmico ao evidenciar que os impactos ambientais não estão restritos a uma única etapa produtiva, mas resultam da interação entre diferentes processos ao longo do ciclo de vida dos produtos. Dessa forma, os estudantes são estimulados a compreender as relações existentes entre produção, consumo e meio ambiente, desenvolvendo uma visão mais integrada dos problemas socioambientais (UNESCO, 2017).

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo investigar possibilidades de aplicação da Análise do Ciclo de Vida como ferramenta didática em diferentes áreas do conhecimento, bem como desenvolver e aplicar uma sequência didática baseada na ACV do leite para estudantes do ensino médio. A escolha do leite ocorreu em função de sua presença no cotidiano dos alunos e de sua relevância econômica e social no contexto regional.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Investigar e propor formas de aplicar a Análise de Ciclo de Vida (ACV) de produtos como ferramenta didática, com foco na formação de uma consciência ambiental crítica e no desenvolvimento de competências ligadas à sustentabilidade.

### **2.2 Objetivos específicos**

1. Apresentar os fundamentos teóricos da Análise de Ciclo de Vida, incluindo suas etapas, metodologias e normas associadas.
2. Explorar como a ACV pode ser integrada a práticas pedagógicas em disciplinas dos Cursos do IFMG campus Bambuí.
3. Desenvolver e aplicar uma atividade ou sequência didática baseada na ACV de um produto real voltada para estudantes do ensino técnico ou superior.
4. Avaliar o impacto pedagógico da atividade proposta, considerando o engajamento dos estudantes, a compreensão dos conceitos e o estímulo à reflexão crítica sobre consumo e impactos ambientais.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Produtos e Impactos**

Os itens utilizados cotidianamente para suprir as necessidades da vida moderna carregam uma complexa cadeia de atividades dependente de recursos naturais. Da extração da matéria-prima ao descarte final, todos os processos deixam marcas no meio ambiente, gerando consequências muitas vezes imperceptíveis que impactam diretamente o equilíbrio do planeta. Qualquer produto, independentemente de sua composição, seja madeira, vidro, plástico ou metal, causa efeitos ambientais em função de seu método produtivo, do aproveitamento de recursos ou de sua destinação final (CHEHEBE, 1997).

Presente em quase todos os bens de consumo, as embalagens desempenham funções que ultrapassam a proteção física, atuando como ferramentas de comunicação, marketing e valor agregado (GS1 BRASIL, 2016). Entretanto, embora essenciais para a conservação e o transporte, elas representam fontes significativas de resíduos sólidos quando gerenciadas inadequadamente (PEREIRA et al., 2020). A fabricação desses invólucros demanda elevado consumo de energia e insumos, como polímeros fósseis e metais, cujo descarte incorreto agrava a poluição marinha e a emissão de gases de efeito estufa em aterros.

Nesse cenário, a fabricação industrial consome volumes expressivos de água e energia, gerando efluentes e poluentes que contribuem para mudanças climáticas e a degradação dos ecossistemas (UNEP, 2019). Para mitigar tais danos, a Análise do Ciclo de Vida (ACV) consolida-se como uma metodologia fundamental para identificar e interpretar os efeitos ambientais de um item durante toda a sua existência (ISO 14040, 2006). A aplicação deste método permite detectar oportunidades de aprimoramento e incentivar transformações tecnológicas na cadeia produtiva, promovendo o uso eficiente de materiais por meio da reciclagem e reutilização (CALDEIRA-PIRES et al., 2005).

#### **3.2 Impactos das Diferentes Embalagens de Leite**

As embalagens mais utilizadas para o leite incluem o vidro, o plástico e as embalagens cartonadas do tipo longa vida. Cada uma apresenta características específicas que impactam de maneira distinta o meio ambiente. As embalagens de vidro, por exemplo, possuem alta durabilidade e são potencialmente reutilizáveis e recicláveis. No entanto, apresentam maior

peso, o que pode aumentar as emissões associadas ao transporte, além de demandarem elevado consumo energético em sua produção (SILVA; MORAES, 2018).

As embalagens plásticas, geralmente produzidas a partir de polietileno de alta densidade (PEAD), destacam-se pelo menor peso e menor consumo energético no transporte. Contudo, estão associadas ao uso de recursos fósseis e enfrentam desafios relacionados à reciclagem e ao descarte inadequado, o que pode gerar impactos ambientais significativos, como a poluição por resíduos sólidos (PLASTICSEUROPE, 2019).

Por sua vez, as embalagens cartonadas, amplamente utilizadas no leite longa vida, são compostas por camadas de papel, plástico e alumínio. Essa composição confere maior vida útil ao produto e reduz a necessidade de refrigeração antes da abertura, o que pode representar uma vantagem ambiental. Entretanto, a reciclagem desse tipo de embalagem é mais complexa, devido à necessidade de separação de seus componentes (TETRA PAK, 2020). Estudos de ACV indicam que não existe uma única embalagem ambientalmente superior em todos os aspectos, sendo necessário considerar todo o ciclo de vida e as condições específicas de produção, transporte, consumo e descarte (FINNVEDEN et al., 2009).

### **3.3 Análise do Ciclo de Vida e Avaliação Ambiental na Cadeia Produtiva**

A Análise do Ciclo de Vida (ACV) é uma metodologia consolidada que permite avaliar, de forma sistemática, os impactos ambientais associados a um produto, processo ou serviço ao longo de todas as etapas de sua existência. Essa abordagem considera desde a extração de matérias-primas, passando pela produção, distribuição e uso, até a destinação final, sendo frequentemente descrita como uma análise “do berço ao túmulo” (ABNT, 2014).

Diferentemente de métodos tradicionais de avaliação ambiental, que se concentram em etapas isoladas do processo produtivo, a ACV adota uma perspectiva integrada, possibilitando a identificação de impactos que poderiam ser negligenciados em análises fragmentadas. Essa visão sistêmica evita a transferência de impactos entre fases do ciclo de vida, situação em que a redução de um impacto em determinada etapa pode resultar no aumento de outro em uma fase distinta (ABNT, 2014).

A aplicação da ACV permite compreender as interações entre os sistemas produtivos e o meio ambiente, considerando fluxos de matéria e energia e suas respectivas consequências ecológicas. Dessa forma, a ferramenta contribui para a identificação de pontos



críticos ao longo da cadeia produtiva, nos quais intervenções podem gerar maior eficiência ambiental. Além disso, possibilita a comparação entre alternativas tecnológicas, materiais e processos, fornecendo subsídios técnicos para a escolha de opções mais sustentáveis. Outro aspecto relevante da ACV é sua capacidade de apoiar estratégias voltadas à economia circular, ao incentivar práticas como a redução do uso de recursos naturais, a reutilização de materiais e a reciclagem. Ao evidenciar os impactos associados ao ciclo completo de um produto, a metodologia favorece a adoção de soluções que minimizem a geração de resíduos e prolonguem a vida útil dos materiais (ABNT, 2014).

A ACV também se destaca como uma ferramenta de comunicação ambiental, permitindo que informações sobre o desempenho ambiental de produtos sejam traduzidas em indicadores compreensíveis para diferentes públicos, incluindo gestores, formuladores de políticas e consumidores. Essa característica amplia sua relevância não apenas no campo técnico, mas também no contexto social e econômico, ao contribuir para decisões mais transparentes e fundamentadas (CURRAN, 2012).

Nesse sentido, a Análise do Ciclo de Vida constitui um instrumento essencial para a promoção do desenvolvimento sustentável, ao integrar variáveis ambientais no processo de tomada de decisão e estimular a adoção de práticas produtivas mais responsáveis e eficientes.

A medição dos impactos e alterações ambientais causadas pela produção de bens é uma necessidade estratégica para a gestão sustentável das cadeias produtivas (ABNT, 2009). Avaliar esses efeitos permite que organizações e pesquisadores identifiquem os pontos críticos onde o consumo de recursos e a emissão de poluentes são mais intensos, possibilitando intervenções precisas para reduzir a pegada ecológica. Sem a quantificação adequada, as tentativas de mitigação tornam-se genéricas e pouco eficazes, pois não consideram as particularidades de cada etapa, desde o fornecimento de insumos até a logística de distribuição.

A importância de medir tais impactos reside na capacidade de transformar dados técnicos em informações fundamentais para a tomada de decisão. No cenário econômico atual, a sustentabilidade deixou de ser um conceito abstrato para se tornar um indicador de eficiência e responsabilidade socioambiental (BARBIERI, 2016). A utilização da Análise do Ciclo de Vida (ACV) favorece uma compreensão aprofundada dos efeitos ambientais em diversos setores da economia brasileira, como a agricultura, a indústria e o setor energético. Santos (2006) ressalta que a aplicação da ACV é relevante na avaliação de alternativas tecnológicas e

processos produtivos, contribuindo para a escolha de soluções mais eficientes do ponto de vista ambiental.

Além disso, a mensuração ambiental na cadeia produtiva é essencial para atender a exigências regulatórias e demandas de um mercado consumidor cada vez mais consciente. Identificar alterações nos ecossistemas provocadas pela atividade industrial permite o desenvolvimento de estratégias de ecodesign e a otimização do uso de energia e água. Dessa maneira, a avaliação ambiental deixa de ser apenas um diagnóstico passivo e passa a atuar como um motor de inovação, incentivando a transição de modelos de produção lineares para sistemas mais circulares e resilientes.

### 3.4 Etapas da ACV e Aplicação na Tomada de Decisão

A Análise do Ciclo de Vida é desenvolvida por meio de quatro etapas principais que se complementam e permitem avaliar os impactos ambientais de produtos e processos de forma sistemática. Conforme apresentado na Figura 1, essas etapas incluem a definição de objetivo e escopo, a análise de inventário, a avaliação de impactos ambientais e a interpretação dos resultados.

Figura 1 - Etapas ACV



Fonte: Sustenare (2023).

**1. Definição de objetivo e escopo** Nesta fase inicial, estabelece-se o propósito do estudo e os limites do sistema analisado. Define-se a unidade funcional que serve como referência quantitativa para as comparações, além do público-alvo e do nível de detalhamento técnico necessário. É o momento em que se determinam os métodos analíticos que nortearão toda a investigação.

**2. Análise de Inventário** - Compreende-se, nesta etapa, a identificação e a quantificação de todos os fluxos de entrada e saída do sistema. Envolve o levantamento de dados sobre insumos, como: energia, água e matérias-primas, além dos produtos gerados, resíduos, efluentes e emissões. Por exigir informações precisas e confiáveis sobre cada processo, é considerada uma das fases mais complexas e rigorosas da metodologia.

**3. Avaliação de impactos ambientais** - Nesta fase, os dados quantitativos coletados no inventário são convertidos em indicadores ambientais específicos. Esses indicadores são agrupados em categorias de impacto, tais como: mudanças climáticas, acidificação, eutrofização, toxicidade humana e esgotamento de recursos naturais. Tal procedimento permite interpretar os efeitos reais que cada fluxo do ciclo de vida exerce sobre os ecossistemas.

**4. Interpretação dos resultados** - Na fase final, as conclusões das etapas anteriores são avaliadas em conformidade com os objetivos inicialmente traçados. Identificam-se os pontos críticos de maior carga poluidora, bem como: oportunidades de melhoria e possíveis limitações dos dados. A interpretação assegura a coerência metodológica e fundamenta as recomendações para a tomada de decisão em direção à sustentabilidade.

Além disso, a ferramenta consolida-se como um instrumento estratégico ao oferecer fundamentos técnicos para escolhas mais assertivas em diferentes esferas. Segundo Rebitzer *et al.* (2004, p. 703), a ACV fornece uma estrutura abrangente e quantificável para avaliar os impactos ambientais associados a todas as etapas da vida de um produto, tornando-se uma ferramenta essencial no apoio à tomada de decisões ambientais e empresariais. Esse método permite que as organizações baseiam suas ações em dados concretos, equilibrando o desempenho econômico com a responsabilidade socioambiental.

No contexto industrial, a ferramenta auxilia na seleção de alternativas que priorizam a redução do consumo de recursos naturais, a mitigação de emissões atmosféricas e a minimização da geração de resíduos sólidos. Ao identificar os estágios mais críticos da cadeia produtiva, os gestores podem direcionar investimentos para inovações tecnológicas e melhorias contínuas que aumentem a eficiência ecológica dos processos. Dessa forma, a ACV contribui para a competitividade sustentável das organizações, permitindo que as empresas antecipem riscos regulatórios e atendam às exigências de mercados cada vez mais rigorosos (ABNT, 2009).

Além do setor corporativo, a metodologia também tem sido utilizada em contextos governamentais e educacionais. No setor público, ela pode auxiliar na elaboração de políticas ambientais, na definição de critérios para certificações e no incentivo a práticas de consumo mais conscientes (UNEP, 2020). No campo educacional, a ACV estimula uma compreensão mais ampla dos sistemas produtivos, favorecendo o desenvolvimento do pensamento crítico sobre os impactos das escolhas de produção e consumo. Dessa forma, a ferramenta contribui para a construção de modelos de desenvolvimento mais sustentáveis, integrando aspectos ambientais, sociais e econômicos.

### **3.5 Gases de Efeito Estufa e CO<sub>2</sub> Equivalente na Análise do Ciclo de Vida**

Os Gases de Efeito Estufa (GEEs) são compostos gasosos presentes na atmosfera, que possuem a capacidade de absorver e reter parte da radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre, contribuindo para o aquecimento global. Esse fenômeno, conhecido como efeito estufa, é natural e essencial para a manutenção da vida no planeta; entretanto, o aumento da concentração desses gases, decorrente principalmente de atividades antrópicas, tem intensificado o aquecimento global (IPCC, 2021).

Os principais GEEs incluem o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>), o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e os gases fluorados, como: hidrofluorcarbonetos (HFCs), perfluorcarbonetos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>). Cada um desses gases apresenta diferentes potenciais de aquecimento global, variando conforme sua capacidade de absorção de calor e seu tempo de permanência na atmosfera (MCTI, 2020).

No contexto da Análise do Ciclo de Vida (ACV), a quantificação das emissões de gases de efeito estufa é fundamental para avaliar os impactos ambientais associados a produtos e processos, como as embalagens de leite. Para possibilitar a comparação entre diferentes gases, utiliza-se o conceito de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e), uma unidade que converte as emissões dos diversos GEEs com base em seu Potencial de Aquecimento Global (PAG), tomando o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) como referência. O PAG representa a capacidade de um gás em reter calor na atmosfera, em relação ao CO<sub>2</sub>, geralmente considerando um horizonte temporal de 100 anos. Segundo o IPCC (2023), o metano (CH<sub>4</sub>) apresenta um PAG aproximadamente 27 vezes superior ao do CO<sub>2</sub>, o que significa que a emissão de 1 kg de metano possui um efeito de aquecimento semelhante ao de cerca de 27 kg de dióxido de carbono. Dessa forma, mesmo sendo emitido em menores quantidades, o metano exerce influência significativa

sobre as mudanças climáticas, tornando-se um dos principais gases considerados em inventários de emissões e estudos de avaliação ambiental (IPCC, 2023; SEEG, 2022).

No caso da cadeia produtiva do leite, o metano assume especial relevância devido às emissões provenientes da fermentação entérica dos bovinos e do manejo de dejetos, sendo frequentemente apontado como um dos principais contribuintes para os impactos climáticos associados à produção leiteira. Dessa forma, a utilização do CO<sub>2</sub> equivalente na ACV permite uma análise mais integrada e comparável dos impactos ambientais associados às diferentes etapas do ciclo de vida das embalagens de leite, incluindo produção, transporte, uso e descarte.

### **3.6 Normas da ACV e sua Aplicação no Contexto Brasileiro**

A padronização internacional desempenha um papel fundamental na realização de estudos de Análise do Ciclo de Vida (ACV), garantindo a confiabilidade, a transparência e a comparabilidade dos resultados obtidos. Para isso, a *International Organization for Standardization* (ISO) desenvolveu normas que estabelecem princípios, requisitos e diretrizes para a condução de avaliações ambientais, integradas à série ISO 14000, voltada à gestão ambiental. Entre as principais normas relacionadas à ACV, destaca-se a ISO 14040, que apresenta os princípios e a estrutura geral da metodologia, definindo as etapas que compõem o estudo. Complementando essa norma, a ISO 14044 estabelece os requisitos e as diretrizes para sua aplicação, incluindo orientações para coleta de dados, avaliação de impactos, interpretação dos resultados e revisão crítica.

Além dessas normas centrais, outras normas utilizam a metodologia da ACV em aplicações específicas. A ISO 14025 regulamenta a Rotulagem Ambiental Tipo III, permitindo a comunicação de informações ambientais quantitativas baseadas em estudos de ciclo de vida. A ISO 14046 estabelece os princípios para avaliação da Pegada Hídrica, enquanto a ISO 14067 fornece diretrizes para a quantificação da Pegada de Carbono de produtos. Em conjunto, essas normas contribuem para a padronização dos estudos ambientais, possibilitando que empresas, instituições de pesquisa e órgãos governamentais avaliem e comuniquem o desempenho ambiental de produtos e processos de forma consistente e cientificamente fundamentada.

Quadro 1 : Resumo das principais normas ISO e sua relação com a ACV

| NORMA            | FOCO PRINCIPAL                | RELAÇÃO COM ACV                                                                                                                                                   |
|------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ISO 14040</b> | Princípios e Estrutura        | Fornece a base conceitual, definições e as quatro fases do processo: definição do objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação de impacto e interpretação. |
| <b>ISO 14044</b> | Requisitos e Diretrizes       | Complementa a ISO 14040 com instruções práticas, critérios para coleta de dados, avaliação de impactos, documentação e revisão crítica da ACV.                    |
| <b>ISO 14025</b> | Rotulagem Ambiental Tipo III  | Utiliza os resultados da ACV (seguindo ISO 14040 e 14044) para comunicar informações ambientais quantitativas de forma transparente, padronizada e verificável.   |
| <b>ISO 14046</b> | Pegada Hídrica                | Aplica a metodologia da ACV para avaliar os impactos ambientais relacionados ao uso da água, considerando quantidade, qualidade e localização do uso da água.     |
| <b>ISO 14067</b> | Pegada de Carbono de Produtos | Baseia-se na ACV para calcular as emissões de gases de efeito estufa associadas a um produto durante todo o seu ciclo de vida.                                    |

**Fonte:** Autora (2025).

No Brasil, a Análise do Ciclo de Vida passou a ser amplamente discutida, a partir da década de 1990, com a criação de um subcomitê da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que integra o Comitê Técnico TC 207 da ISO (CALDEIRA-PIRES; SOUZA-PAULA; VILLAS BÔAS, 2005). Esse grupo é encarregado pela elaboração das normas da série ISO 14000, que fornecem diretrizes para a implementação de sistemas de gestão ambiental, e pela avaliação de impactos ao longo do ciclo de existência de bens e serviços.

Apesar dos avanços normativos, a implementação da ACV em território nacional ainda enfrenta obstáculos, como: escassez de inventários de dados locais e carência de capacitação especializada no setor industrial. Conforme destacam Caldeira-Pires *et al.* (2005), um desafio central reside na necessidade de adaptar as metodologias internacionais às particularidades regionais e setoriais do país, o que demanda esforços contínuos na coleta de

dados específicos para o cenário brasileiro. Para mitigar essa lacuna, iniciativas como o Banco Nacional de Inventários de Ciclo de Vida (ICV Brasil) têm buscado centralizar informações técnicas que reflitam com maior precisão a realidade da produção nacional.

### **3.7 ACV no Contexto Educacional e Formação de Competências**

A inserção da Análise do Ciclo de Vida no ambiente educacional, especialmente nos níveis técnico e superior, oferece uma abordagem interdisciplinar que integra conceitos de ciências ambientais, engenharia, economia e gestão. Conforme Manzini e Vezzoli (2008), a ACV permite que os alunos desenvolvam um pensamento sistêmico e crítico, habilidade essencial para a compreensão dos complexos desafios ambientais contemporâneos.

Pesquisas indicam que a utilização da ACV no processo de ensino promove uma aprendizagem ativa ao estimular a investigação, o debate e a resolução de problemas práticos (SANT'ANNA *et al.*, 2018). Ao aplicar a metodologia em estudos de caso reais, os estudantes conseguem compreender de forma tangível os impactos gerados por produtos cotidianos, como: o leite, o plástico e a eletricidade. Na Educação Básica, essa abordagem pode ser introduzida por meio de atividades que incentivem o exame do ciclo de existência de alimentos e embalagens, favorecendo uma perspectiva reflexiva sobre os hábitos de consumo e descarte (GUERRA *et al.*, 2020). Já no Ensino Técnico, a aplicação foca no desenvolvimento de projetos práticos voltados a cadeias específicas, a exemplo da pecuária leiteira (CARVALHO *et al.*, 2021).

Loprieno *et al.* (2018) argumentam que a inclusão da ACV nos currículos acadêmicos auxilia na formação de cidadãos mais conscientes sobre as consequências de suas escolhas diárias, tornando o conceito de sustentabilidade mais acessível e aplicável à realidade. Essa abordagem converge para os princípios da educação ambiental crítica que, segundo Loureiro (2006), deve estar presente de forma transversal e integrada às diversas disciplinas para estimular o engajamento social. Além disso, documentos oficiais, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), reconhecem a educação para a sustentabilidade como uma competência geral indispensável. Integrar essa temática às salas de aula é uma estratégia para alinhar o ensino às urgências ambientais do século XXI, preparando os alunos para atuarem como agentes transformadores (JACOBI, 2003).

A ACV, além de constituir uma importante ferramenta para a avaliação de impactos ambientais, apresenta significativo potencial para a formação de competências relacionadas à sustentabilidade. Sua aplicação no contexto educacional possibilita o desenvolvimento de habilidades como pensamento sistêmico, análise crítica, interpretação de dados, resolução de problemas e tomada de decisão, competências consideradas essenciais para a formação de cidadãos e profissionais capazes de enfrentar os desafios socioambientais contemporâneos.

Segundo a UNESCO (2017), a Educação para o Desenvolvimento Sustentável deve promover competências que permitam aos indivíduos compreender a complexidade dos sistemas ambientais, sociais e econômicos, bem como atuar de forma responsável diante dos problemas globais. Nesse contexto, a ACV contribui para o desenvolvimento dessas competências ao incentivar a análise integrada dos impactos associados às diferentes etapas do ciclo de vida de produtos e processos, exigindo que os estudantes considerem múltiplas variáveis e suas inter-relações.

Além disso, a ACV favorece a interdisciplinaridade ao possibilitar a articulação de conhecimentos provenientes de diferentes áreas do conhecimento. Em disciplinas de Biologia, por exemplo, a ferramenta pode contribuir para a compreensão das relações entre atividades produtivas, conservação dos recursos naturais, biodiversidade e sustentabilidade. Na Química, sua aplicação permite discutir os impactos ambientais relacionados às matérias-primas, aos processos industriais e à geração de resíduos, aproximando-se dos princípios da Química Verde. Já em disciplinas de Física, conceitos relacionados ao consumo de energia, eficiência energética e emissões associadas à produção e ao transporte de produtos podem ser abordados de forma contextualizada.

A utilização da ACV também apresenta potencial em disciplinas ligadas à Engenharia, Tecnologia e Gestão Ambiental, nas quais pode auxiliar na avaliação de processos produtivos, na comparação entre alternativas tecnológicas e na identificação de oportunidades para redução de impactos ambientais. Dessa forma, a ferramenta contribui para a formação de profissionais mais preparados para incorporar critérios de sustentabilidade em processos de planejamento e tomada de decisão.

Outro aspecto relevante refere-se ao fortalecimento da consciência ambiental dos estudantes. Ao analisar produtos presentes em seu cotidiano, os alunos passam a compreender que os impactos ambientais não estão restritos ao momento do descarte, mas ocorrem ao longo



de toda a cadeia produtiva. Essa compreensão favorece a reflexão sobre padrões de produção e consumo, estimulando atitudes mais responsáveis e sustentáveis. Conforme destaca Jacobi (2003), a educação para a sustentabilidade deve ir além da transmissão de conhecimentos, promovendo a formação de indivíduos críticos, participativos e comprometidos com a transformação da realidade socioambiental.

A aproximação entre teoria e prática constitui outra importante contribuição da ACV para o processo educativo. A análise de produtos e situações reais permite que os estudantes relacionem conceitos científicos a contextos concretos, tornando a aprendizagem mais significativa e favorecendo a aplicação dos conhecimentos adquiridos em situações do cotidiano e da futura atuação profissional.

Assim, mais do que uma ferramenta de avaliação ambiental, a Análise do Ciclo de Vida pode ser compreendida como um instrumento de formação capaz de integrar diferentes áreas do conhecimento, promover a aprendizagem interdisciplinar e contribuir para o desenvolvimento de competências técnicas, pensamento crítico e responsabilidade socioambiental, elementos fundamentais para a construção de sociedades mais sustentáveis.

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 Análise dos Projetos Pedagógicos dos Cursos do IFMG *Campus Bambuí***

Com o objetivo de investigar possibilidades de aplicação da ACV, como ferramenta didática em diferentes áreas do conhecimento, foi realizada uma pesquisa documental a partir dos Projetos Pedagógicos de Cursos (PPCs) dos cursos técnicos e superiores ofertados pela instituição.

Os documentos foram consultados no portal institucional, onde estão disponíveis informações acadêmicas, matrizes curriculares, ementas e demais informações relacionadas aos cursos. A análise teve como foco a identificação de componentes curriculares, competências, habilidades e conteúdos que apresentassem relação com temas como sustentabilidade, gestão ambiental, produção sustentável, avaliação de impactos ambientais e tomada de decisão em questões ambientais.

A partir da leitura dos PPCs, foram identificadas disciplinas cujos objetivos e conteúdos permitissem a inserção de conceitos relacionados à Análise do Ciclo de Vida. Essa etapa teve como finalidade verificar em quais contextos formativos a metodologia poderia ser trabalhada, considerando as características e demandas específicas de cada área do conhecimento.

Também foram analisadas as competências e habilidades previstas nos documentos, buscando compreender de que maneira a abordagem do ciclo de vida de produtos e processos poderia contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico, da visão sistêmica e da formação voltada para a sustentabilidade.

A pesquisa teve caráter qualitativo e exploratório, permitindo relacionar os princípios da Análise do Ciclo de Vida às propostas de formação presentes nos cursos avaliados. A pesquisa foi realizada por meio da consulta aos PPCs disponibilizados no portal institucional do IFMG, com o objetivo de identificar componentes curriculares cujos conteúdos apresentassem potencial para a abordagem da temática.

## 4.2 Elaboração da Sequência Didática

A elaboração da sequência didática foi baseada em um levantamento bibliográfico realizado em bases científicas, com foco em estudos brasileiros relacionados à Análise do Ciclo de Vida (ACV) e aos impactos ambientais associados à produção de leite. Foram considerados aspectos como matéria-prima, tipos de embalagens, etapas de processamento e emissões de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e). A opção por priorizar pesquisas nacionais teve como objetivo considerar as características do contexto produtivo brasileiro, tornando os dados utilizados mais próximos da realidade abordada na atividade. Além disso, a ACV foi adotada como principal referência teórica por permitir a avaliação dos impactos ambientais gerados ao longo de todo o ciclo de vida de um produto.

Com base nas informações obtidas, foi desenvolvida uma sequência didática voltada para a discussão de temas relacionados à sustentabilidade, ao consumo consciente e à Análise do Ciclo de Vida. O leite foi escolhido como objeto de estudo por fazer parte do cotidiano dos estudantes, favorecendo a contextualização dos conteúdos e a aproximação entre os conceitos trabalhados e situações presentes em sua realidade.

A sequência didática foi organizada em cinco etapas: aplicação de um questionário diagnóstico inicial, realização de uma aula expositiva dialogada, desenvolvimento de uma atividade prática de uma planilha no excell, discussão coletiva dos resultados obtidos e reaplicação do questionário diagnóstico. A descrição das atividades desenvolvidas em cada etapa e a análise dos resultados obtidos são apresentadas no capítulo de Resultados e Discussão.

Após a definição da sequência didática, foi elaborado um plano de aula (Apêndice A) com a finalidade de organizar os conteúdos, objetivos e estratégias de ensino que seriam utilizados durante a atividade. Esse planejamento contribuiu para uma condução mais organizada da intervenção pedagógica, além de auxiliar na adequação dos conteúdos ao nível de conhecimento dos estudantes.

Dessa forma, buscou-se promover uma abordagem acessível e contextualizada sobre os impactos ambientais associados aos produtos de consumo, utilizando a Análise do Ciclo de Vida como ferramenta para estimular a reflexão crítica dos estudantes sobre questões relacionadas à sustentabilidade

Após esse processo foi elaborado o questionário avaliativo (Apêndice B), preparado, com o objetivo de investigar a percepção dos alunos em relação à sustentabilidade, bem como identificar o nível de conhecimento prévio sobre a Análise do Ciclo de Vida (ACV). A utilização desse instrumento justifica-se pela necessidade de compreender o ponto de partida dos estudantes, possibilitando a adequação da abordagem didática ao repertório inicial da turma.

A aplicação ocorreu em dois momentos distintos: antes e após a realização da atividade. O pré-teste teve como finalidade identificar os conhecimentos prévios dos alunos, enquanto o pós-teste possibilitou verificar a evolução da aprendizagem e a assimilação dos conteúdos abordados.

Para a execução da atividade pedagógica, foi elaborada uma ferramenta no Microsoft Excel com a finalidade de organizar as variáveis analisadas e automatizar o cálculo dos impactos ambientais associados aos diferentes tipos de leite avaliados. A escolha do Excel deve-se à sua ampla acessibilidade, facilidade de utilização e capacidade de automatização, características que o tornam adequado para aplicações em ambiente escolar. A planilha foi estruturada em três componentes principais: preenchimento das informações pelos alunos, utilização de valores de emissão previamente definidos e geração automática dos resultados.

A atividade foi desenvolvida com base em uma metodologia ativa, na qual os estudantes participaram diretamente da coleta e do registro das informações. Durante a realização da proposta, os alunos analisaram diferentes tipos de leite e suas respectivas embalagens, relacionando suas características aos conteúdos abordados sobre sustentabilidade e Análise do Ciclo de Vida. Foram selecionados quatro produtos com diferentes características de embalagem, matéria-prima e processamento: leite bovino em garrafa plástica de 1 L, leite de amêndoas em garrafa plástica de 700 mL, leite bovino acondicionado em saco plástico de 1 L e leite bovino em embalagem cartonada de 1 L. A diversidade dos produtos permitiu a comparação entre diferentes fatores capazes de influenciar os impactos ambientais ao longo do ciclo de vida.

Os estudantes preencheram a planilha por meio de campos de seleção, inserindo informações como marca do produto, origem do leite, tipo de embalagem, tipo de processamento e distância percorrida até o local de comercialização. A partir desses dados, foi possível analisar como as características dos produtos influenciam as emissões de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e).

Para a realização dos cálculos, foram previamente inseridos na planilha coeficientes de emissão de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e), obtidos por meio do levantamento bibliográfico (Tabela 1). A utilização do CO<sub>2</sub>e permite expressar diferentes gases de efeito estufa em uma única unidade de medida, possibilitando a comparação dos impactos ambientais, associados às diferentes etapas do ciclo de vida dos produtos avaliados. Os valores utilizados correspondiam às emissões relacionadas aos materiais das embalagens, à matéria-prima empregada na produção (leite bovino ou leite de amêndoas), ao tipo de processamento (UHT ou pasteurizado), ao volume do produto e à distância percorrida entre o local de produção e o município de comercialização. Esses dados permaneceram ocultos aos estudantes e foram automaticamente associados às informações selecionadas durante o preenchimento da planilha. Por meio de fórmulas previamente programadas, as variáveis informadas pelos alunos foram relacionadas aos respectivos coeficientes de emissão, permitindo que o cálculo das emissões fosse realizado automaticamente pela ferramenta, sem a necessidade de intervenção manual.

**Tabela 1** - Valores de emissão de CO<sub>2</sub> associados às diferentes matérias-primas do leite, aos processos de produção e aos tipos de embalagens utilizados para compor a planilha de coeficientes.

| Matéria Prima | Valor Emissão CO <sub>2</sub> e (kg) | Fonte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bovino        | 0,57                                 | FRANÇA, Antônio de Sant'Anna Limongi et al. <b>Preparing for net zero greenhouse gas emissions in 2050: lifecycle emissions of dairy products in Brazil</b> . Brazilian Journal of Development, v. 10, n. 11, p. 1–21, 2024.                                                                                                                                                           |
| Caprino       | 1,82                                 | MORAIS, Henrique Biasotto et al. <b>Greenhouse gas emissions in dairy goat farming systems: abatement potential and cost</b> . Animals, v. 9, n. 11, p. 1–16, 2019.                                                                                                                                                                                                                    |
| Soja          | 0,186                                | MACEDO, I. C.; SEABRA, J. E. A.; SILVA, J. E. A. R. <b>Greenhouse gas emissions in the production and use of ethanol from sugarcane in Brazil: the 2005/2006 averages and a prediction for 2020</b> . Journal of Cleaner Production, v. 96, p. 418–425, 2014. Disponível em: <a href="https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.02.064">https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.02.064</a> |
| Amêndoa       | 0,30                                 | KENDALL, Alissa et al. <b>Life cycle-based assessment of energy</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

use and greenhouse gas emissions in almond production, Part I: analytical framework and baseline results. *Journal of Industrial Ecology*, v. 19, n. 6, p. 1008–1018, 2015.

Bubalino

3,54 PORDHIYA, K. I.; GAUTAM. **Comparative carbon footprints of buffalo milk produced at smallholder and organised farms in Hisar district of Haryana, India.** *Indian Journal of Animal Sciences*, v. 93, n. 4, p. 389–394, 2023. p. 389.

Tabela 2 - Valores de emissão de CO<sub>2</sub> associados às diferentes matérias-primas do leite, aos processos de produção e aos tipos de embalagens utilizados para compor a planilha de coeficientes.

| Embalagem              | Valor de Emissão CO <sub>2</sub> e (Kg) | Fonte                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vidro                  | 0,746                                   | WILLIAMS, E.; et al. Environmental burdens of glass production. <b>Journal of Cleaner Production</b> , v. 15, p. 101–108, 2012.                                                                                                                                                                            |
| Cartonada com Alumínio | 0,075                                   | Tetra Pak. <b>Comparative Life Cycle Assessment of Tetra Pak carton packages.</b> Lund: Tetra Pak, 2019.                                                                                                                                                                                                   |
| Cartonada sem Alumínio | 0,055                                   | Tetra Pak. <b>Comparative Life Cycle Assessment of Tetra Pak carton packages.</b> Lund: Tetra Pak, 2019.                                                                                                                                                                                                   |
| Garrafa Plástica       | 0,24                                    | FRANKLIN ASSOCIATES. <b>Life Cycle Inventory of Plastic Products.</b> Kansas: Franklin Associates, 2018.                                                                                                                                                                                                   |
| Saco Plástico          | 0,024                                   | FRANKLIN ASSOCIATES. <b>Life Cycle Inventory of Plastic Products.</b> Kansas: Franklin Associates, 2018.                                                                                                                                                                                                   |
| Processamento          | Valor Emissão CO <sub>2</sub> e (Kg)    | Fonte                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| UHT                    | 0,53                                    | NEIVA, Rubens. <b>Inventário mede o impacto ambiental da cadeia leiteira brasileira.</b> Brasília, DF: Embrapa, 20 jun. 2023. Disponível em: <a href="https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/81275410/inventario-">https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/81275410/inventario-</a> |

Pasteurizado

- 0,45 NEIVA, Rubens. **Inventário mede o impacto ambiental da cadeia leiteira brasileira**. Brasília, DF: Embrapa, 20 jun. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/81275410/inventario-mede-o-impacto-ambiental-da-cadeia-leiteira-brasileira>. Acesso em: 2 dez. 2025.

---

Fonte: Elaborado pela Autora (2026).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Resultados Análise dos Projetos Pedagógicos dos Cursos do IFMG *Campus Bambuí*

A análise dos Projetos Pedagógicos de Curso (PPCs) do IFMG – *Campus Bambuí* permitiu identificar diversas possibilidades de inserção da Análise do Ciclo de Vida (ACV) em diferentes áreas do conhecimento. Foram analisados cursos ofertados pela instituição, sendo identificadas diversas disciplinas com potencial para incorporar a ACV em diferentes contextos de ensino (Quadro 2). A leitura dos documentos revelou conteúdos relacionados à sustentabilidade, gestão ambiental, processos produtivos, uso de recursos naturais e avaliação de impactos ambientais, evidenciando a abrangência da metodologia e sua aplicabilidade em diferentes áreas da formação profissional.

Quadro 2- Disciplinas e Cursos para inserção da ACV.

| Curso                     | Disciplina                                                                   |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Técnico em Agropecuária   | Irrigação                                                                    |
| Técnico em Agropecuária   | Bovinocultura de Leite e Corte                                               |
| Técnico em Agropecuária   | Gestão, Extensão Rural e Projetos                                            |
| Técnico em Agropecuária   | Produção e Processamento de produtos Agroindustriais I (Frutos e Apicultura) |
| Técnico em Agropecuária   | Produção e Processamento de produtos Agroindustriais II (Carne e Leite)      |
| Técnico em Meio Ambiente  | Sustentabilidade                                                             |
| Técnico em Meio Ambiente  | Biodiversidade                                                               |
| Técnico em Meio Ambiente  | Educação Ambiental                                                           |
| Técnico em Meio Ambiente  | Gestão Ambiental                                                             |
| Técnico em Meio Ambiente  | Agroecologia                                                                 |
| Técnico em Meio Ambiente  | Recuperação de Áreas Degradadas                                              |
| Técnico em Meio Ambiente  | Levantamento de Impactos Ambientais                                          |
| Técnico em Agroindústrias | Processamento de Produtos Agroindustriais                                    |
| Técnico em Agroindústrias | Gestão Estratégica e Ambiental de Empreendimentos Agroindustriais            |



|                                     |                                                                      |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Técnico de Agroindústrias           | Embalagens e Rotulagens de Alimentos                                 |
| Técnico em Agroindústrias           | Processamento de Carnes e Leites                                     |
| Técnico em Biotecnologia            | Biotecnologia Animal                                                 |
| Técnico em Biotecnologia            | Técnicas de extração, separação e purificação de compostos orgânicos |
| Técnico em Biotecnologia            | Biotecnologia Vegetal e Defensivos                                   |
| Técnico em Biotecnologia            | Biotecnologia de Alimentos                                           |
| Agronomia                           | Extensão Rural                                                       |
| Agronomia                           | Ecologia Geral                                                       |
| Agronomia                           | Hidráulica                                                           |
| Agronomia                           | Irrigação                                                            |
| Agronomia                           | Tecnologia de Aplicação de Defensivos                                |
| Agronomia                           | Gestão Ambiental                                                     |
| Agronomia                           | Tecnologia de Produtos Vegetais                                      |
| Agronomia                           | Tecnologia de Produtos Animais                                       |
| Agronomia                           | Agronegócio                                                          |
| Licenciatura em Ciências Biológicas | Ecologia                                                             |
| Licenciatura em Ciências Biológicas | Educação Ambiental                                                   |
| Licenciatura em Ciências Biológicas | Gestão e Legislação Ambiental                                        |
| Licenciatura em Ciências Biológicas | Biologia da Conservação                                              |
| Engenharia de Alimentos             | Tecnologia de Leites e Derivados I                                   |
| Engenharia de Alimentos             | Tecnologia de Leites e Derivados II                                  |
| Engenharia de Alimentos             | Embalagens                                                           |
| Engenharia de Alimentos             | Tecnologia de Leites e Derivados I                                   |
| Engenharia de Alimentos             | Tecnologia de Leites e Derivados II                                  |
| Engenharia de Alimentos             | Processamento Térmico de Alimentos                                   |
| Engenharia de Alimentos             | Desenvolvimento de Novos Produtos                                    |
| Engenharia de Alimentos             | Gestão Ambiental                                                     |
| Medicina Veterinária                | Bovinocultura do Leite                                               |

|                        |                                 |
|------------------------|---------------------------------|
| Medicina Veterinária   | Produção Animal                 |
| Zootecnia              | Nutrição Animal                 |
| Zootecnia              | Bovinocultura do Leite          |
| Zootecnia              | Gestão e Legislação Ambiental   |
| Engenharia de Produção | Processos de Fabricação         |
| Administração          | Agronegócio                     |
| Administração          | Gestão da Qualidade             |
| Administração          | Gestão da Cadeia de Suprimentos |

**Fonte:** Elaborado pela Autora (2026).

Nos cursos técnicos ligados à área agropecuária, a ACV pode contribuir para a compreensão dos impactos ambientais associados às atividades agrícolas e pecuárias. Disciplinas como Produção Animal, Agroecologia e Gestão Ambiental favorecem discussões sobre o uso de recursos naturais, consumo de energia, emissões de gases de efeito estufa e eficiência dos sistemas produtivos. Da mesma forma, componentes curriculares presentes nos cursos Técnico em Meio Ambiente, Técnico em Agroindústrias e Técnico em Biotecnologia possibilitam abordar os impactos ambientais gerados ao longo das cadeias produtivas e refletir sobre alternativas que promovam maior sustentabilidade.

Na Agronomia, foram identificadas oportunidades de inserção da ACV em disciplinas como Extensão Rural, Avaliação de Impactos Ambientais e Tecnologia de Produtos Vegetais. Esses componentes permitem relacionar a metodologia a temas como utilização de insumos agrícolas, mecanização, transporte, processamento e comercialização da produção, favorecendo uma análise mais ampla dos impactos ambientais associados às atividades do setor.

Na Licenciatura em Ciências Biológicas, disciplinas como Ecologia, Educação Ambiental, Gestão e Legislação Ambiental e Biologia da Conservação apresentam grande potencial para a incorporação da ACV. Nesses espaços, a metodologia pode contribuir para a compreensão das relações entre as atividades humanas e os ecossistemas, estimulando reflexões

sobre conservação da biodiversidade, mudanças climáticas, uso sustentável dos recursos naturais e responsabilidade socioambiental.

Entre os cursos analisados, a Engenharia de Alimentos se destaca pelas diversas possibilidades de aplicação da ACV. Disciplinas como Tecnologia de Alimentos, Embalagens, Tecnologia de Leite e Derivados, Processamento de Alimentos e Desenvolvimento de Novos Produtos permitem explorar os impactos ambientais associados às diferentes etapas do ciclo de vida dos alimentos. Aspectos relacionados ao consumo de energia, utilização de matérias-primas, geração de resíduos, logística e destinação final das embalagens podem ser trabalhados de forma integrada, aproximando os estudantes das discussões sobre sustentabilidade no setor alimentício.

Nos cursos de Medicina Veterinária e Zootecnia, a temática pode ser inserida em disciplinas relacionadas à produção animal, bovinocultura e nutrição animal. Considerando a relevância da pecuária para a economia regional, a utilização da ACV possibilita discutir questões ligadas às emissões de gases de efeito estufa, ao uso de recursos naturais e à eficiência dos sistemas produtivos, contribuindo para uma compreensão mais ampla dos impactos ambientais da atividade.

Também foram identificadas possibilidades de aplicação da ACV em cursos voltados para a gestão e os processos produtivos. Na Engenharia de Produção, a disciplina Processos de Fabricação permite discutir o consumo de matérias-primas, energia e recursos naturais ao longo das etapas produtivas. Já no curso de Administração, disciplinas como Agronegócio, Gestão da Qualidade e Gestão da Cadeia de Suprimentos favorecem a análise das relações entre desempenho ambiental, eficiência operacional e tomada de decisão, ampliando a compreensão sobre a sustentabilidade nas organizações.

Nesse contexto, a inserção da Análise do Ciclo de Vida no ambiente educacional pode contribuir não apenas para a compreensão dos impactos ambientais associados aos produtos e processos, mas também para o desenvolvimento de competências relacionadas ao pensamento crítico, à tomada de decisões e à responsabilidade socioambiental. Ao possibilitar a análise de situações próximas à realidade dos estudantes, a ACV favorece uma aprendizagem mais contextualizada e significativa. De acordo com Freire (1996), a construção do conhecimento torna-se mais efetiva quando os conteúdos trabalhados estão relacionados à realidade vivenciada pelos educandos. Dessa forma, a utilização da ACV no contexto

educacional pode fortalecer a formação de cidadãos e profissionais mais conscientes e preparados para enfrentar os desafios relacionados à sustentabilidade.

## **5.2 Resultados da Sequência Didática**

Inicialmente, foi aplicado o questionário diagnóstico com a participação de nove estudantes. Durante essa etapa, observou-se que o tempo médio de resposta foi de aproximadamente cinco minutos. Alguns alunos demonstraram insegurança ao responder às questões, possivelmente em razão do receio de julgamento de suas respostas. Após esclarecimentos de que o instrumento tinha apenas finalidade de coleta de dados e que não seria necessária a identificação dos participantes, observou-se maior tranquilidade durante o preenchimento. Segundo Marconi e Lakatos (2021), a garantia de anonimato durante a aplicação de questionários contribui para aumentar a confiabilidade das respostas, uma vez que reduz o receio dos participantes em expressar suas opiniões e percepções. Após a aplicação do questionário, as respostas foram organizadas e analisadas individualmente. Para cada questão, foi contabilizado o número de estudantes que selecionou cada uma das alternativas disponíveis, permitindo identificar as percepções iniciais dos participantes sobre os temas abordados.

### **Questão 1 – Ao comprar um produto, você leva em conta os possíveis impactos que ele causa ao meio ambiente?**

- 4 alunos responderam "Às vezes";
- 3 alunos responderam "Raramente";
- 2 alunos responderam "Nunca".

Os resultados indicam que os impactos ambientais ainda não são considerados de forma frequente pela maioria dos estudantes durante suas decisões de compra.

### **Questão 2 – Se um produto sustentável for mais caro que outro comum, o que você costuma fazer?**

- 5 alunos responderam "Depende da diferença de preço";
- 3 alunos responderam "Prefiro o mais barato";
- 1 aluno respondeu "Escolho o mais sustentável, mesmo pagando mais".

Esse resultado demonstra que o fator econômico exerce influência significativa sobre as escolhas de consumo dos participantes.

**Questão 3 – Você costuma verificar se o produto é reciclável, biodegradável ou feito com materiais reaproveitados?**

- 3 alunos responderam "Às vezes observo";
- 3 alunos responderam "Raramente observo";
- 2 alunos responderam "Nunca observo";
- 1 aluno respondeu "Sim, sempre observo".

Observa-se que a maioria dos estudantes não possui o hábito frequente de verificar informações ambientais presentes nos produtos.

**Questão 4 – Você já ouviu falar sobre a Análise do Ciclo de Vida (ACV) de um produto?**

- 6 alunos responderam "Nunca ouvi falar";
- 2 alunos responderam "Sim, e sei o que significa";
- 1 aluno respondeu "Já ouvi falar, mas não entendo bem".

Os resultados evidenciam o baixo conhecimento prévio da turma sobre o conceito de Análise do Ciclo de Vida.

**Questão 5 – Entre os itens abaixo, qual você considera o que causa menor impacto ambiental?**

- 4 alunos responderam "Garrafa de vidro retornável";
- 3 alunos responderam "Copo de isopor";
- 2 alunos responderam "Garrafa plástica descartável".

A diversidade das respostas demonstra diferentes percepções dos estudantes sobre os impactos ambientais dos materiais utilizados nas embalagens.

**Questão 6 – Você acredita que todo produto causa algum tipo de impacto ambiental em alguma etapa de sua vida?**

- 9 alunos responderam "Sim".

Esse resultado demonstra que todos os participantes reconhecem que os produtos geram impactos ambientais em alguma etapa de seu ciclo de vida.

**Questão 7 – Você consegue identificar em qual fase um produto gera mais impacto ambiental?**

- 6 alunos responderam "Tenho uma noção geral";
- 2 alunos responderam "Sim, consigo identificar";
- 1 aluno respondeu "Não sei identificar".

Embora a maioria dos estudantes reconheça a existência dos impactos ambientais, poucos afirmaram conseguir identificar com segurança a etapa de maior impacto.

**Questão 8 – Qual das ações abaixo, na sua opinião, mais ajuda a reduzir o impacto ambiental dos produtos?**

- 5 alunos responderam "Reutilização e reciclagem";
- 2 alunos responderam "Redução dos recursos no processo produtivo";
- 2 alunos responderam "Descartar corretamente".

A predominância da alternativa relacionada à reutilização e reciclagem sugere maior familiaridade dos estudantes com práticas ambientais amplamente divulgadas pela sociedade.

**Questão 9 – Qual recurso natural utilizado na fabricação de produtos causa maior impacto ambiental?**

- 7 alunos responderam "Petróleo";
- 1 aluno respondeu "Minério";
- 1 aluno respondeu "Não sei responder".

Os resultados indicam que a maioria dos estudantes associa os impactos ambientais principalmente à utilização de derivados do petróleo.

**Questão 10 – Qual etapa da produção de leite geralmente causa maior produção de gases do efeito estufa?**

- 3 alunos responderam "Aquisição da matéria-prima";
- 3 alunos responderam "Transporte do produto até o comércio";

- 3 alunos responderam "Processo produtivo (pasteurização e envase)".

A distribuição equilibrada das respostas demonstra que não havia consenso entre os estudantes sobre qual etapa da cadeia produtiva do leite gera maior emissão de gases de efeito estufa, evidenciando limitações no conhecimento prévio sobre o tema.

De modo geral, os resultados obtidos no questionário diagnóstico demonstram que os estudantes possuíam conhecimentos básicos sobre questões ambientais, porém apresentavam pouca familiaridade com conceitos relacionados à Análise do Ciclo de Vida e com a identificação dos impactos ambientais associados às diferentes etapas de produção dos produtos. Segundo Ausubel (2003), a aprendizagem de novos conceitos depende da existência de conhecimentos prévios capazes de servir como base para a construção de novos significados, o que reforça a importância de identificar as concepções iniciais dos estudantes antes da realização de atividades educativas.

Na etapa seguinte, foi realizada uma aula expositiva dialogada abordando os principais conceitos relacionados à Análise do Ciclo de Vida (ACV), sustentabilidade, pegada ecológica, consumo consciente e impactos ambientais. Durante a apresentação, foram utilizados slides elaborados com linguagem simples, pouco texto e apoio de imagens, buscando tornar a explicação mais dinâmica e facilitar a compreensão dos conteúdos.

Ao longo da aula, foram realizados questionamentos e utilizados exemplos relacionados ao cotidiano dos estudantes, especialmente sobre o consumo de leite e as diferentes etapas envolvidas em seu ciclo de vida, com o objetivo de estimular a participação da turma e aproximar os conteúdos da realidade dos alunos. Inicialmente, os estudantes demonstraram pouca participação, comportamento esperado diante de um conteúdo novo e pouco familiar. Entretanto, ao longo da explicação, observou-se um aumento gradual do envolvimento da turma. Alguns alunos passaram a contribuir com respostas e opiniões, principalmente quando os exemplos estavam relacionados a situações presentes em seu cotidiano. A aproximação entre os conteúdos trabalhados e a realidade dos estudantes favorece o interesse e a participação ativa no processo de aprendizagem (LOUREIRO, 2012).

Ao final da aula, quando foi aberto um espaço para dúvidas, os estudantes não apresentaram questionamentos. Esse comportamento pode indicar que os conteúdos foram compreendidos de forma satisfatória, mas também pode estar relacionado à dificuldade ou à insegurança de alguns alunos em expor suas dúvidas diante da turma. Nesse sentido, Freire

(1996) destaca a importância do diálogo no processo de ensino-aprendizagem, ressaltando que a participação dos estudantes é fundamental para a construção do conhecimento.

Após a aula teórica, foi realizada a atividade prática com análise de diferentes tipos de leite e preenchimento da planilha eletrônica. Foram apresentados aos estudantes diferentes produtos, incluindo leite bovino pasteurizado em saco plástico, leite de amêndoas pasteurizado em garrafa plástica, leite bovino UHT acondicionado em embalagem cartonada com camada de alumínio e leite bovino acondicionado em garrafa plástica. Essa etapa permitiu o contato direto com as embalagens e a observação de suas características. Durante a atividade, observou-se maior entusiasmo por parte dos estudantes, especialmente por se tratar de uma proposta prática. Os alunos foram organizados em grupos para analisar os produtos e preencher a planilha elaborada para a atividade. Embora as embalagens fossem compartilhadas entre os grupos, o preenchimento foi realizado individualmente, permitindo a participação ativa de todos os estudantes. Durante a execução da tarefa, observou-se interesse em comparar os produtos e compreender quais fatores influenciavam os resultados obtidos. Segundo Bacich e Moran (2018), atividades que estimulam a participação ativa dos estudantes favorecem a investigação, a análise crítica e a construção significativa do conhecimento.

No entanto, durante o preenchimento da planilha, foram identificadas algumas dificuldades que, embora tenham impactado o andamento da atividade, também contribuíram para sua efetividade ao evidenciar pontos de aprendizagem. Inicialmente, parte dos alunos enfrentou problemas de conexão com a internet da escola, o que resultou em maior tempo para a realização da atividade. Essa situação, porém, foi contornada, permitindo a continuidade da atividade.

Em relação ao preenchimento da planilha, a principal dificuldade observada esteve relacionada à identificação do tipo de processamento dos produtos analisados (Figura 2). Embora esse conteúdo tenha sido abordado durante a aula expositiva, alguns estudantes demonstraram dúvidas ao diferenciar os tipos de processamento, principalmente no leite de amêndoas e no leite bovino acondicionados em garrafas plásticas.

Essa dificuldade pode estar relacionada ao fato de que as informações sobre processamento nem sempre estavam apresentadas de forma clara nas embalagens, exigindo maior atenção na leitura dos rótulos. Além disso, por se tratar de uma bebida vegetal, o leite de



amêndoas apresentou características diferentes dos produtos tradicionalmente consumidos pelos estudantes, o que contribuiu para algumas interpretações equivocadas durante a atividade.

Diante dessas dúvidas, foi necessário retomar a explicação sobre os tipos de processamento, esclarecendo as diferenças entre os produtos analisados e auxiliando os estudantes no preenchimento da planilha. Apesar das dificuldades encontradas, a situação contribuiu para o processo de aprendizagem, pois possibilitou discutir a importância da análise das informações presentes nos rótulos e da compreensão das diferentes etapas envolvidas no ciclo de vida dos produtos. De acordo com Loureiro (2012), situações-problema e experiências contextualizadas favorecem a reflexão crítica sobre questões socioambientais e contribuem para a construção de conhecimentos significativos.

Além disso, verificou-se que alguns estudantes deixaram de preencher determinadas informações na planilha referentes aos produtos analisados (Figura 3), principalmente ao volume da embalagem. Esses erros podem ter ocorrido por falta de atenção durante a atividade ou por dificuldades na identificação das informações presentes nos rótulos. A ausência desses dados pode comprometer a análise e a comparação entre os produtos, evidenciando a importância do acompanhamento contínuo dos estudantes e da conferência das informações durante o preenchimento da planilha.

Figura 2- Erros identificados após o preenchimento da planilha relacionados ao tipo de processamento dos leites analisados.

| 1  | Tr Nome da Marca | Origem do Leite | Tipo de Embalagem      | # Volume (Litros) | Tipo de Processamento |
|----|------------------|-----------------|------------------------|-------------------|-----------------------|
| 2  | Ana Laura        | Amêndoa         | Garrafa Plástica       | 0,7               | Pasteurizado          |
| 3  | Ana Laura        | Bovino          | Saco Plástico          | 1                 | Pasteurizado          |
| 4  | Ana Laura        | Bovino          | Garrafa Plástica       | 1                 | UHT                   |
| 5  | Ana Laura        | Bovino          | Cartonada com alumí... | 1                 | UHT                   |
| 6  | Ana sofia        | Bovino          | Cartonada com alumí... | 1                 | UHT                   |
| 7  | Ana sofia        | Bovino          | Garrafa Plástica       | 1                 | Pasteurizado          |
| 8  | Ana sofia        | Amêndoa         | Garrafa Plástica       | 0,7               | Pasteurizado          |
| 9  | Ana sofia        | Bovino          | Saco Plástico          | 1                 | Pasteurizado          |
| 10 | Gabriela         | Bovino          | Saco Plástico          | 1                 | Pasteurizado          |
| 11 | Gabriela         | Bovino          | Garrafa Plástica       | 1                 | UHT                   |
| 12 | Gabriela         | Bovino          | Cartonada com alumí... | 1                 | UHT                   |
| 13 | Gabriela         | Amêndoa         | Garrafa Plástica       | 0,7               | UHT                   |
| 14 | Geovanna         | Bovino          | Cartonada com alumí... | 1                 | UHT                   |
| 15 | Geovanna         | Bovino          | Garrafa Plástica       | 1                 | UHT                   |
| 16 | Geovanna         | Bovino          | Saco Plástico          | 1                 | Pasteurizado          |
| 17 | Geovanna         | Amêndoa         | Garrafa Plástica       | 0,7               | Pasteurizado          |
| 18 | João Emanuel     | Bovino          | Cartonada com alumí... | 1                 | UHT                   |
| 19 | João Emanuel     | Bovino          | Garrafa Plástica       | 1                 | UHT                   |
| 20 | João Emanuel     | Bovino          | Saco Plástico          | 1                 | Pasteurizado          |
| 21 | João Emanuel     | Amêndoa         | Garrafa Plástica       | 0,7               | Pasteurizado          |
| 22 | keslei           | Bovino          | Cartonada com alumí... | 1                 | UHT                   |

Fonte: Autora (2026)

De modo geral, essas dificuldades são compreendidas como parte do processo de aprendizagem, indicando a necessidade de ajustes nas metodologias, como maior tempo para a atividade, reforço dos conceitos e acompanhamento mais próximo durante o preenchimento da planilha.

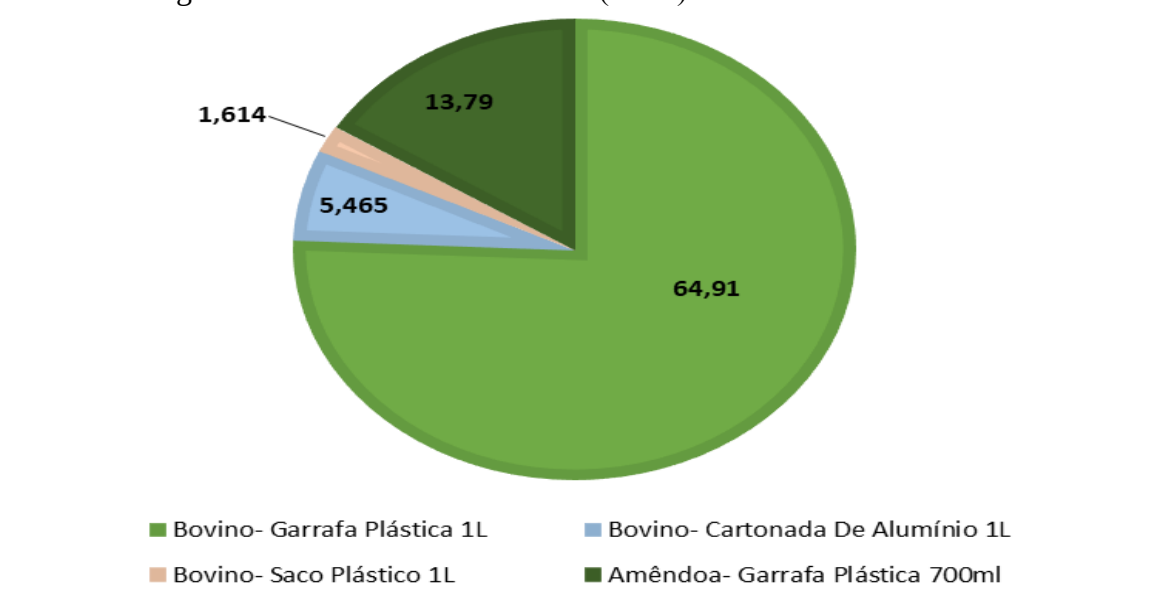
Figura 3- Erros identificados relacionados ao volume dos leites analisados.

|    |               |         |                        |    |              |
|----|---------------|---------|------------------------|----|--------------|
| 35 | Watson        | Bovino  | Cartonada com alumí... | 1  | UHT          |
| 36 | watson        | Bovino  | Garrafa Plástica       | 1  | Pasteurizado |
| 37 | Nome da Marca | Amêndoa | Garrafa Plástica       | ## | Pasteurizado |
| 38 | watson        | Watson  | Garrafa Plástica       | 1  | Pasteurizado |
| 39 | Watson        | Bovino  | Saco Plástico          | 0  | Pasteurizado |
| 40 | Nome da Marca |         |                        | ## |              |

Fonte: Autora (2026).

Após o preenchimento da planilha, foi realizada uma discussão coletiva dos resultados obtidos. Com auxílio de um gráfico contendo as emissões estimadas de CO<sub>2</sub>e dos produtos analisados (Figura 4), os estudantes puderam comparar os resultados e refletir sobre os fatores que influenciam os impactos ambientais ao longo do ciclo de vida dos produtos.

Figura 4 – Emissões Estimadas de (CO<sub>2</sub>e) dos Produtos Analisados.



Fonte: Autora (2026).

A análise do gráfico evidenciou diferenças consideráveis entre os produtos avaliados. O leite bovino acondicionado em garrafa plástica apresentou a maior emissão estimada de CO<sub>2</sub>e (64,91), seguido pelo leite de amêndoa em garrafa plástica (13,79), pelo leite bovino em

embalagem cartonada com alumínio (5,465) e pelo leite bovino acondicionado em saco plástico (1,614).

Durante a discussão, observou-se que muitos estudantes inicialmente associavam os impactos ambientais apenas ao tipo de embalagem utilizada. No entanto, à medida que analisavam os resultados, passaram a compreender a influência de outros fatores, como matéria-prima, processamento e distância percorrida pelos produtos. A distância de transporte foi um dos aspectos que mais despertou interesse dos estudantes, favorecendo reflexões sobre a influência da logística na geração de emissões de gases de efeito estufa.

Durante a discussão, a distância percorrida pelos produtos foi um dos aspectos mais debatidos pelos alunos. O leite bovino acondicionado em garrafa plástica, apesar de utilizar uma embalagem semelhante à do leite de amêndoa, apresentou emissões significativamente superior aos demais produtos. Ao investigarem os dados utilizados na planilha, os estudantes identificaram que esse produto era proveniente do estado da Bahia, percorrendo aproximadamente 1.400 km até chegar ao município onde foi adquirido. Essa observação permitiu compreender a influência do transporte na geração de emissões de gases de efeito estufa, demonstrando que a logística pode representar uma parcela importante dos impactos ambientais de um produto (ABNT, 2014; CHEHEBE, 1997).

Em contrapartida, o leite bovino acondicionado em saco plástico apresentou a menor emissão estimada entre os produtos avaliados. Durante a discussão, os alunos relacionaram esse resultado ao fato de o produto ser fabricado no próprio município, reduzindo significativamente a distância percorrida e, conseqüentemente, as emissões associadas ao transporte. Outro ponto abordado pelos estudantes foi a influência das embalagens nos resultados obtidos. O leite bovino em embalagem cartonada com alumínio apresentou emissões superiores às observadas para o leite acondicionado em saco plástico, possibilitando reflexões sobre os impactos ambientais associados à produção dos diferentes materiais utilizados no acondicionamento dos produtos.

Durante a discussão, também foi destacado que a avaliação ambiental de uma embalagem não deve considerar apenas sua produção, mas todo o seu ciclo de vida. Nesse sentido, os alunos observaram que, embora a fabricação de embalagens plásticas esteja associada ao consumo de recursos naturais e à emissão de gases de efeito estufa, esse material

pode apresentar vantagens quando reutilizado adequadamente, prolongando sua vida útil e reduzindo a necessidade de produção de novas embalagens.

Essa percepção foi evidenciada durante a atividade, quando alguns estudantes solicitaram levar as embalagens para casa com o objetivo de reutilizá-las. Esse comportamento mostrou-se um aspecto positivo, pois demonstra a compreensão da importância da reutilização dentro da perspectiva da ACV, especialmente no que se refere à etapa de uso, descarte e destinação final dos resíduos (CHEHEBE, 1997).

Além das embalagens e da distância percorrida, foram discutidos aspectos relacionados à matéria-prima utilizada e ao tipo de processamento empregado em cada produto. Essas reflexões permitiram aos estudantes compreender que os impactos ambientais não dependem de um único fator isolado, mas do conjunto de etapas envolvidas ao longo do ciclo de vida de um produto (UNESCO, 2017; ABNT, 2014).

Outro aspecto discutido pelos estudantes foi o tipo de processamento utilizado nos produtos analisados. Durante a atividade, observou-se que os leites submetidos ao processamento UHT apresentam maior vida útil quando comparados aos leites pasteurizados, podendo permanecer armazenados por períodos mais longos sem necessidade de refrigeração antes da abertura da embalagem. Essa característica pode contribuir para a redução de perdas ao longo da cadeia de distribuição e comercialização, diminuindo o desperdício de alimentos. Por outro lado, o processamento UHT demanda temperaturas mais elevadas e maior consumo energético durante seu processamento, o que também deve ser considerado na avaliação dos impactos ambientais. Dessa forma, a discussão permitiu aos estudantes compreender que uma mesma característica pode apresentar vantagens e desvantagens ambientais, reforçando a importância de analisar todas as etapas do ciclo de vida do produto antes de tirar conclusões sobre sua sustentabilidade.

De modo geral, a discussão coletiva mostrou-se fundamental para a consolidação dos conceitos trabalhados durante a atividade. A interpretação dos resultados possibilitou que os alunos desenvolvessem uma visão mais ampla sobre os impactos ambientais associados aos produtos consumidos no dia a dia, compreendendo a importância de considerar diferentes etapas da cadeia produtiva ao avaliar sua sustentabilidade.

Por fim, o questionário diagnóstico foi reaplicado com o objetivo de verificar possíveis mudanças na compreensão dos conteúdos abordados. Observou-se que o tempo

necessário para responder às questões foi menor quando comparado à aplicação inicial, sugerindo maior familiaridade dos estudantes com os conceitos trabalhados. A análise das respostas indicou avanços na compreensão dos conceitos relacionados à sustentabilidade, ao consumo consciente e à Análise do Ciclo de Vida.

De modo geral, os resultados obtidos evidenciam que a sequência didática contribuiu para ampliar o conhecimento dos estudantes sobre os impactos ambientais associados aos produtos de consumo. A combinação entre aula expositiva, atividade prática, discussão coletiva e reaplicação do questionário favoreceu a discussão coletiva e reaplicação do questionário favoreceu a construção de uma compreensão mais ampla sobre sustentabilidade e estimulou reflexões críticas acerca das escolhas de consumo e de seus impactos ambientais.

**Questão 1 – Ao comprar um produto, você leva em conta os possíveis impactos que ele causa ao meio ambiente?**

- 5 alunos responderam "Sempre";
- 4 alunos responderam "Às vezes".

Em comparação ao questionário inicial, observou-se uma mudança significativa nas respostas. Nenhum estudante marcou as alternativas "Raramente" ou "Nunca", indicando maior preocupação com os impactos ambientais no momento da compra.

**Questão 2 – Se um produto sustentável for mais caro que outro comum, o que você costuma fazer?**

- 5 alunos responderam "Depende da diferença de preço";
- 4 alunos responderam "Escolho o mais sustentável, mesmo pagando mais".

Observou-se aumento no número de estudantes dispostos a priorizar produtos sustentáveis, mesmo diante de um custo mais elevado, sugerindo maior valorização dos aspectos ambientais após a atividade.

**Questão 3 – Você costuma verificar se o produto é reciclável, biodegradável ou feito com materiais reaproveitados?**

- 5 alunos responderam "Às vezes observo";
- 4 alunos responderam "Sim, sempre observo".

Os resultados demonstram maior atenção dos estudantes às informações ambientais presentes nas embalagens quando comparados às respostas obtidas anteriormente.

**Questão 4 – Você já ouviu falar sobre a Análise do Ciclo de Vida (ACV) de um produto?**

- 9 alunos responderam "Sim, e sei o que significa".

Esse resultado representa uma mudança expressiva em relação ao questionário inicial, no qual a maioria dos estudantes afirmou nunca ter ouvido falar sobre a ACV.

**Questão 5 – Entre os itens abaixo, qual você considera o que causa menor impacto ambiental?**

- 7 alunos responderam "Garrafa de vidro retornável";
- 2 alunos responderam "Garrafa plástica retornável".

A predominância da escolha pela garrafa de vidro retornável sugere uma melhor compreensão dos conceitos discutidos durante a atividade, especialmente aqueles relacionados à reutilização e ao ciclo de vida das embalagens.

**Questão 6 – Você acredita que todo produto causa algum tipo de impacto ambiental em alguma etapa de sua vida?**

- 9 alunos responderam "Sim".

Assim como no questionário inicial, todos os estudantes reconheceram que os produtos geram impactos ambientais ao longo de seu ciclo de vida.

**Questão 7 – Você consegue identificar em qual fase um produto gera mais impacto ambiental?**

- 8 alunos responderam "Sim, consigo identificar";
- 1 aluno respondeu "Tenho uma noção geral".

Comparando com os resultados iniciais, observa-se um aumento considerável na confiança dos estudantes para identificar etapas de maior impacto ambiental, indicando melhor compreensão dos conceitos trabalhados.

**Questão 8 – Qual das ações abaixo, na sua opinião, mais ajuda a reduzir o impacto ambiental dos produtos?**

- 8 alunos responderam "Reutilização e reciclagem";
- 1 aluno respondeu "Redução dos recursos no processo produtivo".

Os resultados reforçam a importância atribuída pelos estudantes às práticas de reutilização e reciclagem como estratégias para a redução dos impactos ambientais.

**Questão 9 – Qual recurso natural utilizado na fabricação de produtos causa maior impacto ambiental?**

- 7 alunos responderam "Petróleo";
- 2 alunos responderam "Água".

As respostas demonstram que a maioria dos estudantes continua associando os impactos ambientais principalmente ao uso do petróleo, embora alguns também tenham reconhecido a relevância da utilização dos recursos hídricos.

**Questão 10 – Qual etapa da produção de leite geralmente causa maior produção de gases do efeito estufa?**

- 4 alunos responderam "Transporte do produto até o comércio";
- 3 alunos responderam "Aquisição da matéria-prima";
- 2 alunos responderam "Processo produtivo (pasteurização e envase)".

As respostas indicam que os estudantes passaram a considerar diferentes fatores envolvidos na geração de emissões ao longo da cadeia produtiva do leite. O aumento de respostas relacionadas ao transporte pode estar associado às discussões realizadas durante a atividade, especialmente sobre a influência da distância percorrida pelos produtos nos resultados obtidos na planilha.

De modo geral, os resultados da reaplicação do questionário evidenciam uma evolução na compreensão dos conteúdos trabalhados. Observou-se maior familiaridade com o conceito de Análise do Ciclo de Vida, maior atenção aos aspectos ambientais relacionados ao consumo e maior capacidade de identificar fatores que influenciam os impactos ambientais dos produtos. Esses resultados sugerem que a combinação entre aula expositiva, análise das

embalagens, preenchimento da planilha e discussão coletiva contribuiu para ampliar o conhecimento dos estudantes e estimular reflexões mais críticas sobre sustentabilidade e consumo consciente. Além disso, o questionário desempenhou papel fundamental na avaliação da efetividade da atividade pedagógica, permitindo analisar possíveis mudanças na compreensão dos alunos após a intervenção.



## 6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que a Análise do Ciclo de Vida apresenta potencial para ser utilizada como ferramenta didática em diferentes áreas do conhecimento. A análise dos Projetos Pedagógicos de Cursos do campus, permitiu identificar disciplinas e conteúdos que possibilitam a inserção da temática, especialmente em cursos relacionados às Ciências Agrárias, Alimentos, Meio Ambiente e áreas afins.

A aplicação da sequência didática evidenciou que a abordagem da ACV contribuiu para ampliar a compreensão dos estudantes sobre sustentabilidade, consumo consciente e impactos ambientais. A comparação entre os questionários aplicados antes e após a atividade indicou avanços no conhecimento dos participantes, especialmente em relação ao conceito de Análise do Ciclo de Vida e à identificação dos fatores que influenciam os impactos ambientais dos produtos.

A atividade prática, associada à utilização da planilha e à discussão coletiva dos resultados, possibilitou os estudantes relacionarem conceitos teóricos a situações presentes em seu cotidiano, favorecendo uma aprendizagem mais significativa. Além disso, permitiu compreender que fatores como matéria-prima, embalagem, processamento, transporte e descarte influenciam conjuntamente os impactos ambientais observados ao longo do ciclo de vida dos produtos. Esses resultados corroboram a importância de estratégias pedagógicas contextualizadas para o desenvolvimento da reflexão crítica sobre questões socioambientais.

Dessa forma, conclui-se que a utilização da Análise do Ciclo de Vida no contexto educacional constitui uma estratégia capaz de aproximar teoria e prática, estimular o pensamento crítico e contribuir para a formação de estudantes mais conscientes sobre as consequências ambientais de suas escolhas. Além de seu potencial para a Educação Básica, a metodologia apresenta possibilidades de aplicação em cursos técnicos e superiores, ampliando as oportunidades para a integração da sustentabilidade aos processos de ensino e aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9001:2015: sistemas de gestão da qualidade: requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14001:2015: sistemas de gestão ambiental: requisitos com orientações para uso**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14040:2009: gestão ambiental: avaliação do ciclo de vida: princípios e estrutura**. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14044:2009: gestão ambiental: avaliação do ciclo de vida: requisitos e orientações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.
- AMBEV. **Relatório ESG Ambev 2023**. São Paulo: Ambev, 2024.
- BARBIERI, José Carlos. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 20 abr. 2025.
- CALDEIRA-PIRES, A.; SOUZA-PAULA, M. C. de; VILLAS BÔAS, R. C. **A avaliação do ciclo de vida: a ISO 14040 na América Latina**. Brasília: ABIPTI, 2005.
- CHEHEBE, J. R. B. **Análise do ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000**. Rio de Janeiro: Qualitymark; CNI, 1997.
- CURRAN, Mary Ann. **Life Cycle Assessment Handbook: a Guide for Environmentally Sustainable Products**. Hoboken: Wiley, 2012.
- EMBRAER. **Relatório Anual e de Sustentabilidade 2023**. São José dos Campos: Embraer, 2024.
- FINNVEDEN, G. et al. Recent developments in Life Cycle Assessment. **Journal of Environmental Management**, v. 91, n. 1, p. 1–21, 2009.
- FRANÇA, Antonio de Sant'Anna Limongi *et al.* Preparing for net zero greenhouse gas emissions in 2050: lifecycle emissions of dairy products in Brazil. **Brazilian Journal of Development**, v. 10, n. 11, p. 1-21, 2024.
- GS1 BRASIL. **A embalagem perfeita: muito além da proteção do produto**. São Paulo: GS1 Brasil, 2016. Disponível em: <https://www.gs1br.org>. Acesso em: 16 jun. 2025.

GUERRA, S. C. et al. Educação ambiental e consumo sustentável: uma proposta de ensino com base na análise de ciclo de vida de produtos. **Revista Educação Ambiental em Ação**, v. 19, n. 1, p. 75–89, 2020.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 14040: Environmental Management — Life Cycle Assessment — Principles and Framework**. Geneva: ISO, 2006.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO Standards**. Disponível em: <https://www.iso.org/standards.html>. Acesso em: 28 abr. 2025.

JACOBI, Pedro Roberto. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 118, p. 189–205, jul. 2003.

KENDALL, Alissa *et al.* Life cycle-based assessment of energy use and greenhouse gas emissions in almond production, Part I: analytical framework and baseline results. **Journal of Industrial Ecology**, v. 19, n. 6, p. 1008-1018, 2015.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. Educação ambiental e movimentos sociais: a construção coletiva de uma outra racionalidade. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 27, n. 94, p. 25–48, jan./abr. 2006.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. **Trajetória e fundamentos da educação ambiental**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: Edusp, 2008.

MORAIS, Henrique Biasotto *et al.* Greenhouse gas emissions in dairy goat farming systems: abatement potential and cost. **Animals**, v. 9, n. 11, p. 1-16, 2019.

MARSH, K.; BUGUSU, B. Food packaging: roles, materials, and environmental issues. **Journal of Food Science**, v. 72, n. 3, p. R39–R55, 2007.

MORAN, José. **Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda**. Porto Alegre: Penso, 2018.

NATURA. **Relatório Anual 2013**. São Paulo: Natura, 2014. Disponível em: [https://static.natura.com.br/static/relatorio/pdf/relatorioanual2013\\_verseocompletaGRI.pdf](https://static.natura.com.br/static/relatorio/pdf/relatorioanual2013_verseocompletaGRI.pdf). Acesso em: 9 nov. 2025.

NEIVA, Rubens. **Inventário mede o impacto ambiental da cadeia leiteira brasileira**. Brasília, DF: Embrapa, 20 jun. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/81275410/inventario-mede-o-impacto-ambiental-da-cadeia-leiteira-brasileira>. Acesso em: 2 dez. 2025.

PAPONG, S. et al. Comparative assessment of the environmental performance of conventional and innovative packaging systems. **Packaging Technology and Science**, v. 27, n. 9, p. 693–710, 2014.

PLASTICSEUROPE. **Plastics – the Facts 2019: an analysis of European plastics production, demand and waste data**. Brussels: PlasticsEurope, 2019.

PORDHIYA, K. I.; GAUTAM. Comparative carbon footprints of buffalo milk produced at smallholder and organised farms in Hisar district of Haryana, India. **Indian Journal of Animal Sciences**, v. 93, n. 4, p. 389-394, 2023.

SILVA, D. A. L.; MORAES, L. R. S. Avaliação do ciclo de vida de embalagens de vidro no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 47, p. 45–58, 2018.

SUSTENARE. **O que é Avaliação do Ciclo de Vida?**. Disponível em: <https://www.sustenare.com.br/o-que-e-avaliacao-do-ciclo-de-vida/>. Acesso em: 6 maio 2025.

TETRA PAK. **Environmental Performance of Beverage Cartons**. Lund: Tetra Pak, 2020.

UNESCO. **Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives**. Paris: UNESCO, 2017.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Global Resources Outlook 2019: Natural Resources for the Future We Want**. Nairobi: UNEP, 2019.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Global Guidance for Life Cycle Impact Assessment Indicators and Methods**. Nairobi: UNEP, 2020.

VIEIRA, L. B. A educação ambiental frente à sociedade de consumo e a necessidade de sustentabilidade. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 15, n. 1, p. 287–301, 2020.

WRAP. **Life Cycle Assessment of Example Packaging Systems for Milk**. Banbury: Waste & Resources Action Programme, 2008. Disponível em: <https://wrap.org.uk>. Acesso em: 14 jan. 2026.

## APÊNDICE A - PLANO DE AULA ELABORADO

| DADOS DE IDENTIFICAÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Professor(a): Emanuela de Oliveira</p> <p>Nível: Ensino Médio</p> <p>Série: 2º ano</p> <p>Turma: Meio Ambiente</p> <p>Tema: Análise do Ciclo de Vida de Produtos (ACV)</p> <p>Disciplina: Biologia</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| OBJETIVOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p><b>Gerais:</b> Compreender a Análise do Ciclo de Vida (ACV) como ferramenta para avaliar impactos ambientais de produtos, reconhecendo o papel do consumidor, a pegada ecológica e a economia circular a partir do exemplo do leite.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p><b>Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Entender o conceito básico de ACV;</li> <li>● Identificar impactos ambientais ao longo do ciclo de vida de um produto;</li> <li>● Reconhecer o papel do consumidor na redução dos impactos ambientais;</li> <li>● Compreender o conceito de pegada ecológica;</li> <li>● Relacionar a ACV com a tomada de decisões sustentáveis;</li> <li>● Identificar as etapas da ACV do leite, do campo ao consumo;</li> <li>● Compreender o conceito de economia circular.</li> </ul> |
| CONTEÚDO ABORDADO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● Conceito básico: estudo dos impactos ambientais de um produto do começo ao fim;</li> <li>● O papel do consumidor em relação ao meio ambiente;</li> <li>● Conceito de pegada ecológica;</li> <li>● ACV como tomada de decisão;</li> <li>● ACV do leite- do campo ao consumo;</li> <li>● Conceito economia circular.</li> </ul>                                                                                                                                                                         |
| CONHECIMENTOS PRÉVIOS DESEJÁVEIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

- Noções básicas sobre meio ambiente e sustentabilidade;
- Conhecimento inicial sobre consumo diário de produtos;
- Compreensão básica de que a produção e o consumo geram impactos ambientais;
- Familiaridade com o uso de produtos como alimentos industrializados (ex.: leite).

### RECURSOS E MATERIAIS

- Slides explicativos;
- Diferentes embalagens de leite (saco plástico, caixa de leite cartonada com alumínio, garrafa pet).

### ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS

- Aula expositiva dialogada, com apoio de slides;
- Utilização de imagens explicativas para ilustrar as etapas da ACV;
- Discussão orientada sobre o papel do consumidor e a pegada ecológica;
- Análise comparativa das embalagens de leite, relacionando com os conceitos de ACV e economia circular;
- Preenchimento Planilha no EXCEL e inserção dados observados nas embalagens de leite;
- Estímulo à participação dos alunos por meio de perguntas e exemplos do cotidiano.

### PROPOSTA DE AVALIAÇÃO

- Questionário diagnóstico aplicado inicialmente e após a conclusão da planilha;
- Dados preenchidos na planilha.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ministério do Meio Ambiente. **Análise do ciclo de vida e sustentabilidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, s.d.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 14040: gestão ambiental — avaliação do ciclo de vida — princípios e estrutura**: ISO, 2006.

WWF-Brasil. **Pegada ecológica: conceitos e aplicações**. Brasília: WWF-Brasil, s.d.

EMBRAPA. **Sustentabilidade na cadeia produtiva do leite**. Brasília: Embrapa, s.d.

**APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS DURANTE A AULA**

1. Ao comprar um produto, você leva em conta os possíveis impactos que ele causa ao meio ambiente?
  - ☐ Sempre
  - ☐ Às vezes
  - ☐ Raramente
  - ☐ Nunca
  
2. Se um produto sustentável for mais caro que outro comum, o que você costuma fazer?
  - ☐ Escolho o mais sustentável, mesmo pagando mais
  - ☐ Depende da diferença de preço
  - ☐ Prefiro o mais barato
  - ☐ Não penso muito nisso
  
3. Você costuma verificar se o produto é reciclável, biodegradável ou feito com materiais reaproveitados?
  - ☐ Sim, sempre observo
  - ☐ Às vezes observo
  - ☐ Raramente observo
  - ☐ Nunca observo
  
4. Você já ouviu falar sobre a “Análise do Ciclo de Vida” (ACV) de um produto?
  - ☐ Sim, e sei o que significa
  - ☐ Já ouvi falar, mas não entendo bem
  - ☐ Nunca ouvi falar
  
5. Entre os itens abaixo, qual você considera o que causa MENOR impacto ambiental?
  - ☐ Garrafa de vidro retornável
  - ☐ Garrafa plástica descartável
  - ☐ Copo de isopor
  - ☐ Não sei responder
  
6. Você acredita que todo produto causa algum tipo de impacto ambiental em alguma etapa de sua vida (fabricação, transporte, uso ou descarte)?

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Não sei dizer

**7.** Você consegue identificar em qual fase (produção, transporte, uso ou descarte) um produto gera mais impacto ambiental?

- ☐ Sim, consigo identificar
- ☐ Tenho uma noção geral
- ☐ Não sei identificar

**8.** Qual das ações abaixo, na sua opinião, mais ajuda a reduzir o impacto ambiental dos produtos?

- ☐ Reutilização e reciclagem
- ☐ Redução dos recursos no processo produtivo
- ☐ Descartar corretamente
- ☐ Não sei responder

**9.** Qual recurso natural utilizado na fabricação de produtos causa maior impacto ambiental:

- ☐ água
- ☐ petróleo
- ☐ madeira
- ☐ minério
- ☐ não sei responder

**10.** Qual etapa da produção de leite geralmente causa maior produção de gases do efeito estufa:

- ☐ aquisição de matéria prima
- ☐ processo produtivo (pasteurização e envase)
- ☐ transporte do produto até o comércio
- ☐ venda
- ☐ Não sei responder