

Vi-042 - avaliação do ciclo de vida do café – análise comparativa e gestão de melhorias

Vi-042 - life cycle assessment of coffee - comparative analysis and improvement management

DOI:10.34117/bjdv7n5-347

Recebimento dos originais: 17/04/2021

Aceitação para publicação: 17/05/2021

Lílian Carla Ferreira Freitas

Engenheira de Minas pela Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG).
Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI).
Endereço: Avenida BPS, 1303 - Pinheirinho, Itajubá - MG, CEP: 37500-015 - Brasil.
E-mail: lilian.cffreitas@hotmail.com

Maria Luiza Grillo Renó

Engenheira de Produção pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Mestrado e Doutorado em Engenharia Mecânica na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI).
Endereço: Avenida BPS, 1303 - Pinheirinho, Itajubá - MG, CEP: 37500-015 - Brasil.
E-mail: malureno@yahoo.com

Electo Eduardo Silva Lora

Professor, Coautor e Orientador

RESUMO

O café é a bebida mais consumida da atualidade, sendo a segunda commodity mais comercializada no mundo, perdendo apenas para o petróleo. O Brasil destaca-se por ser o maior produtor mundial deste precioso grão, e apenas no ano de 2019 (somados os meses de janeiro e fevereiro), exportou um total de 6,879,184 sacas, o que significa uma substancial quantidade e geração de receita para o país. Portanto é de fundamental importância o estudo aprofundado sobre as etapas de produção do café, de modo a identificar os processos que possuem maior contribuição para os impactos ambientais e promover ações para reduzir tais impactos. Neste trabalho foram selecionados e comparados 5 estudos do tema e realizou-se uma sucinta análise de cada um, seguindo a metodologia do ciclo de vida, com foco nos resultados dos trabalhos. O objetivo geral dos estudos analisados é atuar na redução dos pontos de maior geração dos impactos ambientais, tornando a produção de café um processo eficiente e sustentável, com menor consumo de energia elétrica, redução do uso de produtos químicos, reutilização de resíduos orgânicos, e demais melhorias que agregam valor e credibilidade para os produtores e empresas envolvidas.

Palavras-Chave: Análise do Ciclo de Vida, Ciclo de Vida do Café, Resíduos Agrícolas e Redução de Impactos Ambientais.

ABSTRACT

Coffee is the most consumed beverage today, and the second most traded commodity in the world, second only to oil. Brazil stands out for being the world's largest producer of

this precious bean, and only in the year 2019 (adding the months of January and February), it exported a total of 6,879,184 bags, which means a substantial amount and revenue generation for the country. Therefore, it is of fundamental importance to study in depth the coffee production stages in order to identify the processes that have the greatest contribution to environmental impacts and promote actions to reduce such impacts. In this work 5 studies on the subject were selected and compared, and a brief analysis was made of each one, following the life cycle methodology, focusing on the results of the studies. The general objective of the studies analyzed is to reduce the points of greatest generation of environmental impacts, making the production of coffee an efficient and sustainable process, with lower electricity consumption, reduced use of chemicals, reuse of organic waste, and other improvements that add value and credibility to the producers and companies involved.

Keywords: Life Cycle Analysis, Coffee Life Cycle, Agricultural Waste, Reduction of Environmental Impacts.

1 INTRODUÇÃO

Apresentando um alto consumo global, o café é o produto agrícola mais comercializado em todo o mundo. Com um número de aproximadamente 400 milhões de copos de café consumidos diariamente, os Estados Unidos tornam-se o país com maior consumo mundial da bebida, com uma participação de 16,6% (E-Imports, 2019). Deve ser salientado que a União Europeia consome uma maior quantidade (27,8% do consumo mundial), entretanto, não se trata de um país, mas sim de uma organização composta por 28 países. Conforme Durán et al., (2017), além do efeito estimulante presente nas bebidas mais consumidas, este produto apresenta resíduos que se constituem recurso para indústria de alimentos, farmacêutica, cosméticos, fertilizantes, podendo ainda ser fonte de energia em caldeiras para secadores mecânicos.

De acordo com dados da Organização Internacional do Café (ICO, 2019), o Brasil exportou cerca de 38,003 mil sacas de 60 kg, com a safra de 2018/2019. E apenas no ano de 2019, somados os meses de janeiro e fevereiro, o país exportou um total de 6,879,184 sacas, considerando o café verde, solúvel, torrado e moído. Essa quantidade exportada apenas para o ano de 2019, confere uma receita cambial em dólares de USD 911,127,010.00 para o Brasil (Cecafé, 2019). Neste contexto, o Brasil se destaca sendo o maior produtor de café do mundo, com uma participação de 26% da produção total (ICO, 2019). Este produto agrícola possui significativa importância na economia brasileira, pela geração de renda, empregos e pela receita substancial que o produto alcança.

Para a safra de 2019, estima-se uma produção total no Brasil entre 50.48 e 54.48 milhões de sacas de 60 kg beneficiadas, apresentando uma pequena redução em relação

à safra do ano anterior (61.7 milhões) devido à presença da bienalidade negativa (CONAB, 2019). Mas conforme a produção estimada, o país permanece com a maior e significativa participação diante da produção global.

Devido seu grande uso, o setor cafeeiro envolve empresas de diversos tamanhos, bem como envolve diversas fases da cadeia produtiva (plantação, cultivo, secagem, embalagem, etc), logo, é um setor para geração de impactos ambientais em potencial. Neste cenário, a indústria do café tem buscado políticas sustentáveis, visando uma produção orgânica, limpa, e uma indústria que realiza a logística reversa dos produtos, reaproveitando os resíduos e devolvendo os mesmos para o ambiente de forma legalmente correta. Com a implementação destas medidas, se obtém, além da valorização do produto, a redução dos impactos ao ambiente, e ainda as empresas tornam-se mais competitivas no mercado, pela geração de um produto sustentável.

Torna-se então, fundamental, a gestão ambiental das atividades envolvidas em todo o ciclo de vida do café. Para uma efetiva gestão ambiental é preciso conhecer o ciclo de vida deste produto, desde o cultivo, passando pelas etapas posteriores, de beneficiamento, transporte, embalagem, usos e disposição final. A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) pode ser definida como uma importante ferramenta, que permite avaliar o impacto ambiental potencial associado ao produto e às atividades concernentes à vida deste.

O objetivo do trabalho é a análise das pesquisas já realizadas que abordam com detalhes a avaliação do ciclo de vida do café e a partir desta análise, propor medidas de melhorias objetivando uma gestão ambiental que opere na redução dos impactos ambientais causados pelas etapas de produção, seja agrícola ou industrial.

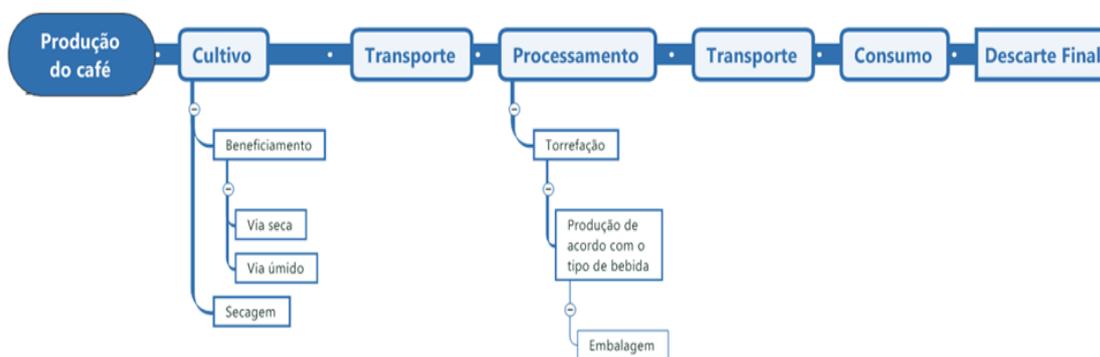
2 ESTUDO DAS ETAPAS DE PRODUÇÃO DO CAFÉ

O café (bebida) é produto do beneficiamento de grãos de um número limitado de espécies da família Rubiaceae gênero *Coffea*. Neste gênero, as espécies mais importantes são *C. arábica* e *C. robusta*. Pode se dizer que apenas o *Coffea arábica* L. produz bebida de qualidade fina, reunindo um bom número de variedades, algumas das quais bastante conhecidas nos países produtores de café (FAZUOLI et al., 1999). A qualidade do café está relacionada a algumas características como origem do fruto, e formas de preparo, que dependem de fatores intrínsecos e extrínsecos; a interação entre esses fatores confere sabor e aroma à bebida (PIMENTA, 2001).

A produção do café inicia na plantação das sementes em viveiros, com posterior plantio destas mudas diretamente no solo, em seguida o cultivo do cafeeiro. A colheita pode ser feita manualmente, utilizando a coleta seletiva, ou não seletiva, ou ainda ser realizada mecanicamente. Após a colheita é feita a limpeza do café, ou a separação das impurezas (folhas, galhos e outros). O beneficiamento pode ser via úmido ou via seca. A secagem é a etapa subsequente, que pode ser realizada em áreas planas, com exposição dos grãos à radiação solar ou em secadores mecânicos.

O produto da secagem será embalado em sacas de 60 kg e armazenado até a finalização dos lotes para subsequente transporte e entrega para os países ou distribuidoras. Assim, o café passa para a fase de preparo da bebida. Será levado para torrefação, moagem e embalagem, para uso final. O tipo de embalagem a ser empregado depende do produto a ser consumido. A Figura 1 mostra as etapas da cadeia produtiva do café.

Figura 1: Fluxograma resumo da vida do café.



Fonte: Autores

3 ANÁLISE DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA

Esta metodologia é capaz de identificar quais etapas da vida do produto apresentam contribuição mais ou menos significativa para o impacto ambiental do produto ou do processo. Para Klöpffer (2014), a avaliação da sustentabilidade visa averiguar de modo integrado o ciclo de vida de um produto com as perspectivas econômica, social e ambiental, fornecendo informações importantes para os tomadores de decisão.

Conhecida como cradle-to-grave analysis (análise do berço à sepultura), pode ser realizada utilizando apenas etapas do processo, sendo gate to gate, gate to grave, gate to cradle (de porta a porta, de porta ao túmulo ou do portão ao berço). Os principais objetivos

da análise são melhorar o desempenho ambiental dos processos e redução de impactos ambientais.

A metodologia ACV tem sua estrutura normalizada pelas normas ISO 14040 e ISO 14044, sendo dividida em quatro etapas sequenciais e que se relacionam. São elas: definição do objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação de impactos e interpretação de resultados.

Através da análise do ciclo de vida é possível visualizar a magnitude do impacto ambiental que é gerado com a atividade cafeeira, no seu estágio específico estudado. Os trabalhos estudados apresentam esta análise. Abaixo estão discriminadas de forma sucinta as etapas da análise do ciclo de vida.

3.1 DEFINIÇÃO DO OBJETIVO E ESCOPO

De acordo com a ISO14040 (2006), o objetivo deve demonstrar de maneira clara a aplicação pretendida e o processo de revisão crítica desejado. O escopo do trabalho visa identificar e estabelecer o objeto de análise, limitando a significância do objetivo. É a primeira etapa do trabalho, sendo inteiramente qualitativa.

A etapa de definição do escopo de um estudo de ciclo de vida relaciona também as fronteiras do sistema analisado, sua unidade funcional e fluxo de referência.

3.2 ANÁLISE DO INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA

Conforme a ISO14040, a etapa de Análise do Inventário do Ciclo de vida envolve a etapa de coleta de dados e os procedimentos utilizados para a coleta desses dados, que devem descrever quantitativamente e qualitativamente as entradas e saídas de cada processo.

3.3 AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO CICLO DE VIDA

Na terceira fase do ACV os dados obtidos na análise do inventário são selecionados e quantificados para uma posterior classificação por categorias objetivando relacionar dados com os impactos ambientais fornecendo então subsídio para a etapa posterior onde ocorre a interpretação dos resultados.

3.4 INTERPRETAÇÃO DO CICLO DE VIDA

A Interpretação do Ciclo de Vida se constitui a última etapa do estudo, onde é elaborado um resumo ou relatório contendo os resultados da análise do inventário e da

avaliação de impacto obtidos. Conforme as normas da ISO, a interpretação deve incluir a identificação dos impactos ambientais mais significativos; avaliação mais abrangente e completa do estudo, sensibilidade e consistência, bem como conclusões e recomendações.

4 ANÁLISE DE ESTUDOS PRECEDENTES

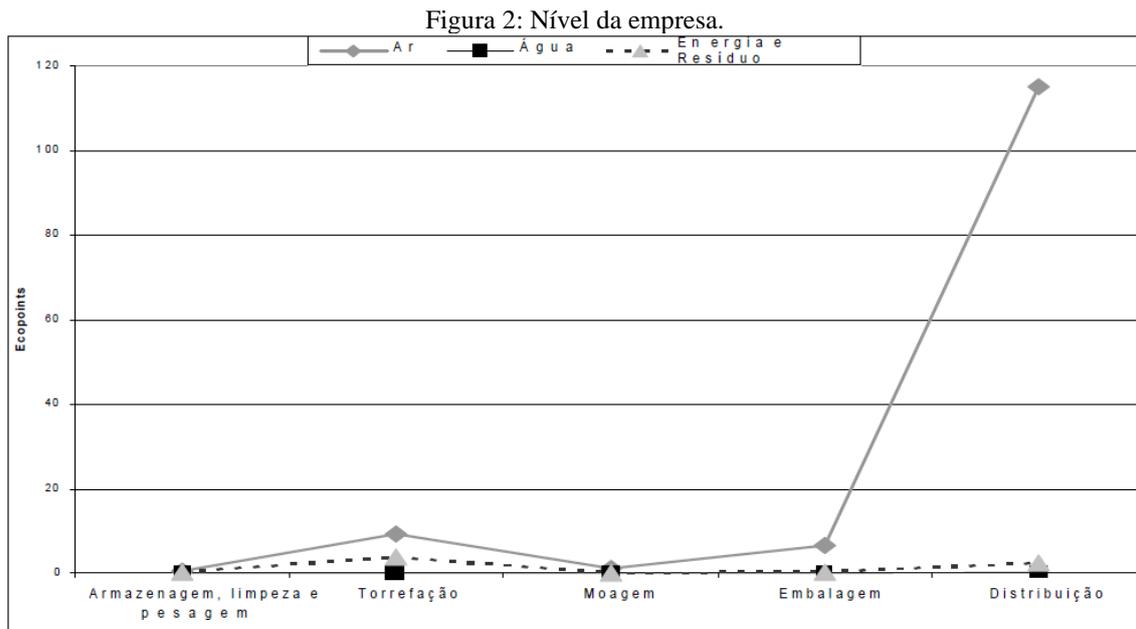
Os autores tratam em suas particularidades a análise do ciclo de vida do café, portanto os trabalhos são distintos e possuem cada um, uma análise geral sobre o tema, a qual é exposta abaixo.

➤ Salome 2003

Salome (2003) apresenta um estudo sobre os impactos ambientais causados por uma empresa de torrefação e distribuição de café na Sicília, Itália. Foram consideradas todas as etapas do ciclo de vida do café, do cultivo ao descarte final, com ausência de reciclagem.

Segundo Salome (2003) as etapas de cultivo e consumo são as maiores causadoras dos impactos ambientais. O cultivo contribui substancialmente para toxicidade e eutrofização (mais de 97%), o consumo da bebida contribui principalmente para a acidificação do ar, toxicidade, saúde humana, aquecimento global, depleção da camada de ozônio e produção de fotoquímicos oxidantes (mais de 68%). O descarte contribui para a contaminação da água e a eutrofização. Já as contribuições das etapas de processamento e embalagem são quase insignificantes (menos de 1,7% para todas as categorias).

Salome avaliou 8 diferentes categorias de impacto: Acidificação do ar, Ecotoxicidade aquática, Eutrofização da água, Toxicidade Humana, Ecotoxicidade Terrestre, Aquecimento Global, Depleção da camada de ozônio, Formação de oxidantes fotoquímicos. A Figura 2 mostra através do indicador *ecopoints*, o nível da empresa em suas respectivas atividades.



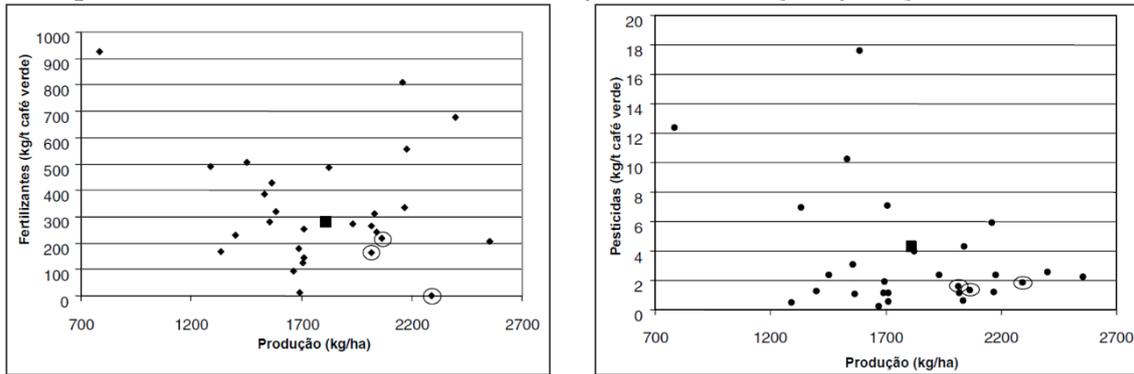
Fonte: Salome 2003.

➤ Coltro et al., 2006

Coltro et al., 2006 consideram apenas entradas e saídas (inputs e outputs) relativos às lavouras de café. Foram consideradas apenas as quantidades para fertilizantes, pesticidas, corretivos, e não a produção e transporte para obtenção destes. O estudo apresenta um inventário detalhado do cultivo do grão do café, para colheitas referentes aos anos de 2001/02 e 2002/03. Foram avaliados os dados de 56 propriedades nos estados de Minas Gerais (Cerrado Mineiro e Sul de Minas) e São Paulo (Marília e Alta Mogiana). No trabalho são apresentados dois inventários, sendo um como base a unidade funcional 1.000 kg de café verde e outro como unidade funcional, 1 hectare de área cultivada. Foi utilizado o software PIRA PEMS4 para modelagem e armazenamento dos dados. As categorias de impacto selecionadas foram: depleção dos recursos fósseis, depleção dos recursos naturais, mudanças climáticas, acidificação, toxicidade humana, ecotoxicidade e uso da terra. Os autores apresentam os dois inventários de acordo com as unidades funcionais e declaram que os impactos ambientais relativos aos dados inventariados serão apresentados em estudos futuros.

O trabalho realiza ainda a correlação entre uso de fertilizantes e pesticidas com a produtividade das lavouras e conclui-se que embora exista grande variedade das quantidades de uso destes, há casos em que o menor uso de fertilizantes gera uma maior produtividade, a depender das práticas da propriedade. A Figura 3 apresenta a correlação entre produtividade e uso de agrotóxicos.

Figura 3: Consumo de fertilizantes e consumo de pesticidas em relação a produção de café verde.



Fonte: Coltro et al., 2006.

➤ Salinas 2008

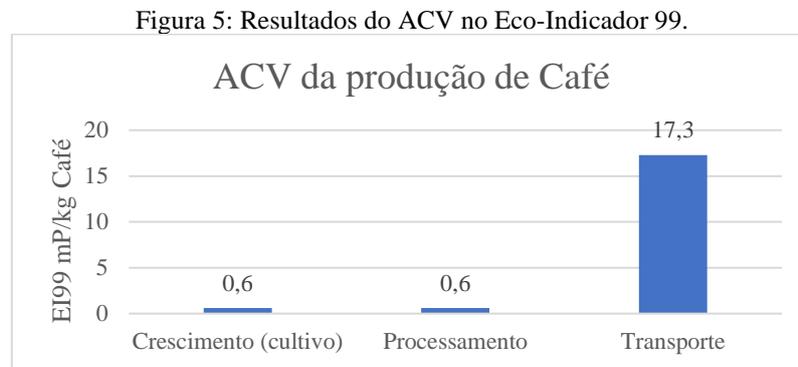
Salinas (2008), faz um trabalho sobre o ciclo de vida da produção de café para uma área específica, a fazenda “Vista Hermosa” (FVH), na Guatemala. Esta propriedade é fonte de estudos pelo uso de práticas sustentáveis, tendo recebido vários títulos como melhor café da região. O estudo de Salinas considerou as entradas e saídas relacionadas diretamente ao cultivo, incluindo processamento (lavagem e secagem) e transporte destinado à exportação. Foi utilizado o método Eco Indicador 99 (EI99) para análise dos resultados, no qual o maior valor encontrado significa aumento do impacto ambiental. Foram analisadas especificamente três categorias de danos: Saúde Humana, Qualidade do Ecossistema e Recursos.

As lavouras em estudo (FVH) não utilizam pesticidas e fungicidas, devido suas práticas agrícolas e sua altitude, que favorece a aplicação de fertilizantes naturais, oriundos das fases de processamento do café. A água utilizada no processo é posteriormente reutilizada em outras partes do processamento. A polpa e a mucilagem são utilizadas como fertilizantes. E a água residual desses processos vai para uma lagoa de evaporação. Após a lavagem o café é exposto à luz solar, onde será seco e logo após é armazenado em sacas.

As sacas que saem da FVH vão para um armazém na cidade de Huehuetenango (Guatemala), cerca de 1.5 horas, onde é seco e moído. A propriedade FVH utiliza a menor quantidade de combustível possível, não mobilizando caminhões exclusivamente para transportar o café até Huehuetenango. Após esse processo, é feito o carregamento até o porto, em San Jose, que fica a 172 Km de Huehuetenango. Do porto ele irá para New York (NY) e deste para Boston (MA), nos Estados Unidos. A Figura 4 apresenta as etapas do transporte com as suas respectivas distâncias. Salinas conclui que o transporte apresenta a maior causa dos impactos ambientais, como mostrado na Figura 5.



Fonte: Salinas 2008.



Fonte: Traduzido de Salinas 2008.

➤ Humbert et al., 2009

Humbert et al., (2009), considera os impactos associados para o café solúvel, para o café utilizado com filtro de gotejamento e para o café expresso. O estudo compara as três formas de consumo. Foram consideradas as etapas de cultivo do grão, transporte, processamento, embalagem, distribuição, consumo e descarte final. A análise foi feita com produtores da Europa e de outros países fornecedores como Brasil, Colômbia e Vietnã, além de dados primários próprios da empresa realizadora do ACV.

Os autores concluíram que a energia necessária para obtenção do café solúvel é menor do que para o café expresso utilizado em cápsulas ou em filtros, uma vez que depende também do comportamento do consumidor. E salienta que o café em cápsulas necessita mais energia na fase de embalagem.

Humbert relaciona a etapa do cultivo com a produção dos três tipos de café e apresenta uma relação entre a quantidade do grão usado para cada xícara produzida. Conclui que para uma xícara de café (xícara de 100ml) produzido, são necessárias 17 g para o café com filtro de gotejamento, 4.4 g para o café solúvel e 8 g para o café expresso em cápsulas. Portanto, o café solúvel apresenta sempre o menor impacto.

➤ Rega e Ferranti, 2019

Rega e Ferranti, 2019 apresentam uma revisão acerca da Análise do Ciclo de Vida do café descrevendo os resultados e as informações mais relevantes de cada trabalho. Rega e Ferranti concluem que é difícil a estimativa de impactos ambientais para a cadeia

produtiva do café, pois este se apresenta de diversas formas, e existem variadas rotas de produção e preparação da bebida.

A Tabela 1 apresenta um resumo comparativo dos trabalhos analisados neste estudo. O trabalho de Rega e Ferranti, não é considerado na tabela comparativa dos estudos, por se tratar de uma revisão.

Tabela 1: Resumo dos estudos anteriores para ACV do café.

Autores	Área de Abrangência	Unidade Funcional (UF)	Etapas	Software/Método
Salome 2003	Sicília, Itália	1 Kg de café embalado entregue ao consumidor final	"cradle to grave" => Cultivo, Processamento, Embalagem, Transporte, Distribuição aos consumidores e Disposição Final.	TEAM 3.0/ Ecobilan Métodos CML, IPPC e WMO
Coltro L. et al., 2006	MG - Região Sul e Cerrado Mineiro e SP - Marília e Alta Mogiana	Duas UF utilizadas: a) 1000 Kg de café verde destinado à exportação b) 1 hectare de área cultivada	"cradle to gate" => Cultivo e processamento (lavagem e secagem)	PIRA Environmental Management System – PEMS4.
Salinas 2008	Guatemala	1 Kg de café verde	"cradle to gate" => Cultivo e Processamento e Transporte (exportação)	SIMAPRO 7/ Eco-Indicador 99
Humbert et al., 2009	Europa, Brasil, Colômbia e Vietnã	1 xícara de café (100ml)	"cradle to grave" => Cultivo, Processamento, Embalagem, Transporte, Consumo e Disposição Final.	SIMAPRO 7/ Impact 2002

Fonte: Autores

5 RECOMENDAÇÕES E MELHORIAS

Cada estudo possui sua particularidade, mas as recomendações feitas por cada autor cabem para aplicação em diversas atividades, setores e áreas.

1. Para atividades que utilizem a água, como o caso do processamento via úmida, e para eventual lavagem de grãos, recomenda-se reduzir a quantidade de água utilizada e reaproveitamento dessa água residuária para as mesmas atividades e para atividades gerais da localidade. Salienta-se que a água é um recurso natural e finito e seu uso deve ser melhor avaliado (Coltro et al., 2006).
2. Aproveitamento da água residuária em plantas de biogás para utilização da matéria orgânica e redução do desperdício de água.

3. A aplicação de práticas sustentáveis nas lavouras deve ser efetivamente difundida, uma vez que há casos comprovados onde a utilização de menor quantidade de produtos químicos acarreta um aumento na produtividade, como mostrado por Coltro et al., 2006.
4. Conscientização e políticas para estabelecer níveis máximos de produtos agrícolas no cultivo.
5. Implementação da Eficiência Energética nas etapas de processamento e aumento de políticas de eficiência para produtores rurais.
6. Utilização de veículos mais eficientes e averiguação das distâncias realmente necessárias a serem percorridas (no país de origem do grão e no país de consumo) pois o transporte nas atividades relacionadas ao ciclo de vida do café é intensivamente utilizado, considerando os equipamentos de manejo das lavouras, os transportes para carregamento dos grãos para processamento, para portos, postos de armazenamento e/ou para preparação.
7. Redução do consumo de Energia elétrica, nas instalações de beneficiamento e de preparação da bebida.
8. Redução do consumo de combustíveis fósseis em torrefações, utilizando fontes alternativas de energia.
9. Gestão de resíduos nas propriedades de cultivo e nas empresas de processamento do grão, utilizando a biomassa pois além da redução do desperdício de um material rico em compostos químicos, também auxiliaria na geração de bioenergia, reduzindo impactos ambientais e melhorando o desempenho econômico de propriedades rurais ou do setor industrial.
10. Recolhimento da borra do café em unidades/estabelecimentos que produzem este resíduo para posterior aproveitamento em fazendas ou mesmo em indústrias que utilizem a biomassa.
11. Conscientização para consumidores, produtores e colaboradores de unidades de processamento/preparação a fim de reduzir a demanda de energia elétrica nas atividades.

6 CONCLUSÕES

A utilização da metodologia ACV garante benefícios para o meio ambiente e para as organizações que dela se apropriam, pois estabelece uma gestão ambiental eficaz na perspectiva do ciclo completo de vida do produto e/ou atividade. A partir de análises ambientais são feitas as contribuições que não se limitam ao ambiente físico, para que

ocorra a redução dos impactos ambientais e melhoria na disponibilidade dos recursos naturais e na saúde humana.

Sabe-se que projetar produtos ou serviços levando em conta seu ciclo de vida ainda é um desafio. No entanto o tema tem sido explorado, pois ele viabiliza a maximização da eficiência dos processos, bem como auxiliam no desenvolvimento sustentável da organização e da sociedade. A implementação da ferramenta ACV auxilia ainda a sustentabilidade da atividade cafeeira agregando valor ao produto final. As empresas de pequeno e grande porte envolvidas na cadeia de produção do café serão beneficiadas ao utilizarem-se da ferramenta apresentada.

Como um estudo para obtenção de melhorias na gestão ambiental da empresa, as atividades que visem a redução do uso do combustível fóssil, a redução no consumo da energia elétrica, e melhoria na gestão dos resíduos, e outras ações específicas de cada atividade irão reduzir as emissões e aumentar a sustentabilidade da empresa e da sociedade como um todo.

REFERÊNCIAS

1. CECAFÉ - Conselho dos Exportadores de Café do Brasil. Exportações Brasileiras de Café. Relatório Mensal x Tipo de Café. São Paulo, 2019.
2. COLTRO, L. Avaliação do ciclo de vida como instrumento de gestão. Campinas: Centro de Tecnologia de Embalagem (Cetea/Ital), 2007.
3. COLTRO, L., MOURAD, A., OLIVEIRA, P., BADDINI, J., KLETECKE, R. Environmental profile of Brazilian green coffee. *The International Journal of Life Cycle Assessments*, v. 11, n.1, p. 16-21, 2006.
4. CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira - café. Safra 2019. Primeiro Levantamento. Brasília, v. 6, n. 1, p. 1-62. 2019. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em março de 2019.
5. DURÁN, C. A. A., TSUKUI, A., SANTOS, F. K. F., MARTINEZ, S. T., BIZZO, H. R., REZENDE, C. M. Café: aspetos gerais e seu aproveitamento para além da bebida. *Revista Virtual de Química*, Rio de Janeiro, v. 9, n.1, p. 107-134, 2017.
6. E-IMPORTS. Expresso Business Solutions. Disponível em: <<http://www.e-importz.com/coffee-statistics.php>>. Acesso em: março de 2019.
7. FAZUOLI, L. C., et al. Coffee cultivars in Brazil. In: ÉME COLLOQUE HELSINKI. Helsinki. Proceedings. Finlândia: Association Scientifique International du Café, 1999.
8. HUMBERT, S., LOERINCIK, Y., ROSSI, V., MARGNI, M., JOLLIET, O. Life cycle assessment of spray dried soluble coffee and comparison with alternatives (drip filter and capsule espresso). *Journal of Cleaner Production*, v. 17, n. 15, p.1351-1358, 2009.
9. ICO - International Coffee Organization. Disponível em: <<http://www.ico.org/>>. Acesso em: março de 2019.
10. ISO 14040 - International Organization for Standardization. Environmental Management – “Life Cycle Assessment”, Principles and framework, p. 28, Geneva, 2006.
11. ISO 14040 - International Organization for Standardization. Environmental Management – “Life Cycle Assessment”, Requirements and guidelines, p. 54, Geneva, 2006.
12. KLÖPFER, W. (ED.). Background and Future Prospects in Life Cycle Assessment. Dordrecht: Springer Netherlands, 2014.
13. PIMENTA, C. J. Época de colheita e tempo de permanência dos frutos à espera da secagem, na qualidade do café (*Coffea arabica* L.). Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras, p 145, 2001.

14. REGA, V. F., FERRANTI, P. Life cycle assessment of coffee production in time of global change. *Encyclopedia of Food Security and Sustainability*, Portici (Italy), v. 3, p. 497-502, 2019.
15. SALINAS, B. Life cycle assessment of coffee production. 2008.
16. SALOMONE, R. Life cycle assessment applied to coffee production: investigating environmental impacts to aid decision making for improvements at company level. *Food, Agriculture & Environment*, v. 1, n. 2, p. 295-300, 2003.