



DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS AMBIENTAIS DA PRODUÇÃO DE MAMÃO NO IFSULDEMINAS - CAMPUS INCONFIDENTES

Michael H. SOUZA¹; Geslaine FRIMAIO²; Evando L. COELHO³

RESUMO

Este estudo tem por objetivo estimar a quantidade de recursos naturais utilizados para produzir 1 g de mamão (Carica papaya), cultivado no setor de fruticultura da Fazenda Escola do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Campus Inconfidentes, utilizando a metodologia da Contabilidade Ambiental em Emergia, que se baseia na termodinâmica de sistemas abertos e na teoria de sistemas. Ela contabiliza, além dos recursos pagos, os serviços ambientais "gratuitos" da ecossfera, que normalmente não são incluídos nos balanços tradicionais. Um aspecto dessa metodologia é a determinação da transformidade solar, que mede a quantidade de energia solar necessária para produzir um grama de produto. Os resultados indicam que o sistema de produção é predominantemente dependente de recursos provenientes da economia (F), em comparação aos recursos renováveis (R), e não renováveis (N). A mão de obra da fase de operação foi identificado como o insumo de maior investimento, representando 32,04% do custo ambiental total do sistema. O estudo revelou que o meio ambiente emprega $5,47 \times 10^9$ joules de energia solar para produzir 1 grama de mamão (sej/g).

Palavras-chave: Mamoeiro; Fruticultura; Emergia; Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

O agronegócio é um setor em expansão e a fruticultura vem ganhando cada vez mais destaque, sobretudo a cultura do mamão, cujo aumento de produção em 2023 foi de 7% na exportação em relação ao ano anterior, totalizando 53 milhões de dólares (CEPEA, 2023).

O mamão apresenta altos níveis de açúcares, carotenóides e vitamina C. Quando verde, é valioso para as indústrias de cosméticos, farmacêuticas e alimentícias devido à enzima papaína, que ajuda na clarificação de cerveja e no amaciamento de carnes (Neves *et al.*, 2013).

Considerando que a mudança de hábitos e qualidade de vida levaram os consumidores a se tornarem cada vez mais exigentes, optando por produtos que forneçam frutas de qualidade, sem agredir ao meio ambiente. Nesse sentido, o mercado internacional está cada vez mais rigoroso, adotando selos e protocolos de certificação que promovem a rastreabilidade e o controle de toda cadeia produtiva (Mattos *et al.*, 2009).

Nesse sentido, pesquisas nos campos da Agronomia e da Engenharia Ambiental, podem avaliar todo o processo produtivo do mamão por meio do uso de ferramentas da contabilidade ambiental, que promovem uma visão sistêmica e analítica no que tange aos efeitos dessa atividade e suas consequências ao meio ambiente.

O presente projeto tem como objetivo determinar o custo ambiental da produção do

¹ Bolsista PIBIC/CNPq, IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. E-mail: michael.souza@alunos.ifsuldeminas.edu.br

² Orientador, IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. E-mail: geslaine.frimaio@ifsuldeminas.edu.br.

³ Coorientador, IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. E-mail: evando.coelho@ifsuldeminas.edu.br.

mamão por meio da contabilidade ambiental em energia, cultivado na Fazenda Escola do IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A lavoura do mamão, ocupa uma área de aproximadamente 600 m² e está localizada na Fazenda Escola do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, *campus* Inconfidentes, no município de Inconfidentes - Minas Gerais, Brasil.

De acordo com Odum (1996), a metodologia de Contabilidade Ambiental em Energia, é uma ferramenta capaz de calcular a quantidade de energia solar necessária de forma direta ou indireta para a obtenção de um produto, bem ou um serviço, que resulta num valor numérico que expressa o total de energia. Todos os fluxos calculados são expressos em uma única unidade: joule de energia solar (sej), e a partir disso obtém-se o Valor Unitário de Energia (UEV) em sej/unidade, que será utilizada para determinar o custo ambiental, ou seja, a contribuição dos recursos extraídos do meio ambiente para produzir 1 grama de fruto produzido.

Entre os meses de janeiro a setembro de 2023, ocorreram visitas periódicas à área de cultivo, a fim de acompanhar e atualizar os dados da produção do mamão carica papaya. Os dados coletados foram separados por tipo de atividade, data, quantidade de horas empregadas. As informações foram anotadas em planilhas, realizados os cálculos, também chamados de análise dimensional, utilizando uma tabela de referências das transformidades (UEV), que expressa a quantidade de energia solar empregada direta ou indiretamente na obtenção de um grama de determinado produto ou serviço (sej/g). Os processos realizados na produção de mamão se dividem em fase de implantação e fase de operação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo foram realizadas quatro colheitas que resultaram no total de 285 quilogramas de mamão produzidos na área estudada. Tendo em vista que o total de energia investida na produção foi de $1,57 \times 10^{15}$ sej/ano, tem-se que a contribuição dos recursos extraídos da natureza para produzir 1 grama de mamão no sistema estudado foi de $5,47 \times 10^9$ Joules de energia solar por grama de fruto produzido (sej/g). Na Tabela 1, pode ser observado a contabilidade dos fluxos de energia de cada insumo.

Tabela 1 - Fluxos de energia do sistema de produção de mamão do Campus Inconfidentes, período de janeiro de 2023 a outubro de 2024.

NO TA	ITEM	C L A S S E	U N I D A D E	QUANT.	UEV (sej/un.)	FATOR (correção)	EMERGIA (sej/ano)	%
	Fase de implantação							
1	Sementes	F	US\$	1,17E+01	1,20E+13	0,76	1,07E+14	6,82%
2	Nitrogênio	R	g	1,50E+03	1,11E+10	0,76	1,27E+13	0,81%
3	Fósforo	F	g	1,94E+03	3,90E+09	1,3	9,84E+12	0,63%
4	KCl	F	g	8,77E+01	1,85E+09	1,3	2,11E+11	0,01%
5	Calcário	F	g	2,16E+01	9,55E+09	0,76	1,57E+11	0,01%
6	Substrato	R	J	1,05E+09	1,28E+03	0,76	1,02E+12	0,06%
7	Mão de Obra	F	J	3,13E+07	4,30E+06	0,76	1,02E+14	6,50%
8	Plástico	F	g	3,42E+02	9,86E+09	1,3	4,38E+12	0,28%
9	Aço	F	g	2,40E+03	4,65E+09	1,3	1,45E+13	0,92%
10	Combustível	F	J	1,27E+09	1,11E+05	1,3	1,83E+14	11,66%
11	Prod. Quím.	F	g	4,08E+01	2,65E+09	0,76	8,22E+10	0,01%
12	Água	F	m ³	4,60E+-01	7,75E+11	0,76	2,71E+11	0,02%
13	Solo	N	J	4,70E+10	2,21E+04	0,76	3,57E+10	0,00%
	Fase de operação							
14	Solo	N	J	5,42E+06	1,24E+05	0,76	5,11E+11	0,03%
15	Precipitação	R	g	8,78E+08	2,64E+05	0,76	1,76E+14	11,21%
16	Insolação	R	J	3,75E+12	1,00E+00	1,3	0,00	0,00
17	Nitrogênio	F	g	8,77E+03	2,48E+10	0,76	1,65E+14	10,51%
18	Fósforo	F	g	2,92E+03	6,65E+09	1,3	2,52E+13	1,61%
19	Potássio	F	g	4,31E+03	1,85E+09	1,3	1,04E+13	0,66%
20	Prod. Quím.	F	US\$	4,35E+02	2,65E+09	0,76	8,78E+11	0,06%
21	Cal Virgem	F	g	1,65E+01	9,55E+09	0,76	1,20E+11	0,01%
22	Aço	F	g	1,72E+01	4,65E+09	1,3	1,03E+11	0,01%
23	Cal Hidratada	F	g	9,60E+01	3,31E+09	1	3,18E+11	0,02%
24	Plástico	F	g	5,89E+03	9,86E+09	1,3	7,55E+13	4,81%
25	Mão de Obra	F	J	1,54E+08	4,30E+06	0,76	5,03E+14	32,04%
26	Combustível	F	J	1,99E+08	3,86E+04	0,76	5,84E+12	0,37%
27	Água	F	m ³	1,14E+-01	7,75E+11	0,76	6,71E+10	0,00%
28	Borracha	F	g	8,80E+02	4,44E+09	0,76	2,97E+12	0,19%

29	EPI cotton	F	g	9,00E+02	2,42E+11	0,76	1,66E+14	10,57%
	Emergia Total						1,57E+15	100,00%

*R= Recursos Renováveis, N = Recursos não Renováveis e F = Recursos da Economia

A UEV do mamão Carica Papaya foi determinada por este estudo em $5,47 \times 10^9$ sej/g, enquanto que a UEV do mamão no trabalho proposto por (Brandt-Williams, 2001 *apud* Cristiano Agenor, 2022) foi de $1,52 \times 10^{10}$ sej/g, isso significa que o Brasil emprega cerca de 3 vezes menos insumos quando comparado a outro país.

O estudo também apontou que cerca de 90% dos insumos empregados na produção são provenientes da economia (F), tal situação torna a produção menos sustentável pois existe um pequeno percentual de recursos locais sendo utilizados, enquanto um grande percentual de recursos externos é incorporado no sistema.

4. CONCLUSÃO

O estudo revelou que o meio ambiente emprega $5,47 \times 10^9$ sej/J para produzir 1 grama de mamão. A maior parte dos recursos são provenientes da economia. O estudo aponta que é essencial encontrar alternativas a fim de reduzir essa dependência, a fim de tornar a produção mais amigável ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

CEPEA – **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Exportação bate record em receita em 2023.** Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/diarias-de-mercado/mamao-cepeaexportacao-bate-recorde-em-receita-em-2023.aspx/>. Acesso em: 7 set. 2024.

MATTOS, L. M.; MORETTI, C. L.; MOURA, M. A.; MALDONADE, I. R.; SILVA, E. Y. Y. Produção segura e rastreabilidade de hortaliças. **Revista Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 4, p.408-413, dez. 2009.

NEVES, T. T., REIS, R.C., VIANA, E.S., SILVA, F. da. SOUZA, C.S., SANTOS, T.M.S. **Vitamina C e carotenoides totais em frutos de variedades melhoradas de mamoeiro.** In: Anais 7ª Jornada Científica – Embrapa mandioca e fruticultura tropical, 2013, Cruz das Almas/BA. Disponível em: . Acesso em 16.maio 2022.

ODUM, H. T.; **Environmental accounting: Emergy and Environmental Decision Making.** John Wiley & Sons Inc., New York, 1996.

TURIM, C. A. **Aquisição alimentar no Brasil: diagrama ternário em emergia para tomada de decisão.** 2022. 96 f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista, São Paulo.