



IMPACTOS AMBIENTAIS DA GOIABEIRA NA REGIÃO DO BAIXO JAGUARIBE - CEARÁ

Antonio Fabio da Silva Lima¹, Viviane da Silva Barros², Alexsandro Oliveira da Silva³,
Jonnathan Richeds da Silva Sale⁴, Claudivan Feitosa Lacerda⁵, Maria Clea Brito de
Figueiredo⁶

RESUMO: O objetivo do trabalho foi calcular os impactos ambientais do sistema de produção da goiabeira e indicar quais insumos ou processos mais contribuem. Utilizou-se o método de avaliação do ciclo de vida, com fronteira do sistema do berço ao portão e resultados relativos a 1 kg de goiaba, em 1 ano médio. As categorias de impacto avaliadas pelo método ILCD midpoint no Simapro v.9.3.0.3 foram eutrofização em águas doces e marinha e ecotoxicidade em águas doces, enquanto a categoria de mudanças climáticas foi avaliada pelo método do IPCC, 2021, 100 anos. Os resultados mostraram que o uso de fertilizantes nitrogenado em campo e sua produção foram os maiores responsáveis pelos impactos na maioria das categorias avaliadas. O transporte de goiaba para a Ceasa contribuiu significativamente nas mudanças climáticas e ecotoxicidade de água doce. Práticas conservacionistas como adubação verde e controle de uso dos pesticidas, devem ser incentivadas para redução dos impactos, assim como uso de combustível de origem renovável.

PALAVRAS-CHAVE: Eutrofização, mudanças climáticas, *Psidium guajava*.

ENVIRONMENTAL IMPACTS OF GUAVA IN THE BAIXO JAGUARIBE REGION – CEARÁ

ABSTRACT: The objective of this work was to calculate the environmental impacts of the guava production system and indicate which inputs or processes contribute the most. The life

¹ Mestre em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE. E-mail: antfabiosl@gmail.com

² Prof^a Doutora em Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE. E-mail: Viviane.barros@ufc.br

³ Prof. Doutor em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE. E-mail: alexsandro@ufc.br

⁴ Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE

⁵ Prof. Doutor em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE. E-mail: cfeitosa@ufc.br

⁶ Doutora em Engenharia Civil, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Fortaleza – CE. E-mail: clea.figueiredo@embrapa.br

cycle assessment method was used, with the border of the system from cradle to gate and results related to 1 kg of guava, in 1 average year. The impact categories evaluated by the ILCD midpoint method in Simapro v.9.3.0.3 were eutrophication in fresh and marine waters and ecotoxicity in fresh waters, while the climate change category was evaluated by the IPCC method, 2021, 100 years. The results showed that the use of nitrogen fertilizers in the field and its production were the main responsible for the impacts in most of the evaluated categories. The transport of guava to Ceasa contributed significantly to climate change and freshwater ecotoxicity. Conservationist practices such as green manuring and controlling the use of pesticides should be encouraged to reduce impacts, as well as the use of fuel from renewable sources.

KEYWORDS: Eutrophication, climate change, *Psidium guajava*.

INTRODUÇÃO

Segundo o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (2020), o setor agropecuário tem áreas com maiores emissão de gases de efeito estufa (GEE), contribuindo com 33,6% do total de emissões brasileiras. Um processo que contribui significativamente nos impactos ambientais, relacionados à agricultura, é uso e produção de fertilizantes devido, principalmente, as emissões de gases, como NH_3 , NO_x e N_2O . A elevação no uso de fertilizantes tem ocorrido devido ao aumento populacional e a demanda por alimentos (MCTI, 2020).

A goiabeira é uma frutífera cuja demanda tem crescido nos últimos anos, conquistando espaço na Região Nordeste. Segundo o IBGE (2020), das cinco grandes regiões do Brasil, o Nordeste tem maior área produtiva, com cerca de 48,1% da área do país.

No Ceará, a área colhida da goiabeira reduziu em 11,81% nos últimos 5 anos, mas a produção cresceu 52% no mesmo recorte de tempo devido, principalmente, ao aumento no rendimento médio de $9,7 \text{ t ha}^{-1}$ para $15,6 \text{ t ha}^{-1}$ (IBGE, 2020). Para que o crescimento na produção de goiaba seja sustentável, é importante a investigação dos possíveis impactos ambientais que o pacote tecnológico da goiabeira pode ocasionar, identificando os processos que mais contribuem para esses impactos.

A avaliação do ciclo de vida (ACV) é o método mais indicado para avaliação dos impactos ambientais potenciais de produtos. O objetivo desta técnica é estimar os impactos ambientais potenciais, gerados na cadeia produtiva de um produto e/ou processo, sendo

necessário ter como base a realização de um inventário dos insumos que entram e das emissões que resultam dessa cadeia (MONTE et al., 2022).

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi calcular os impactos ambientais potenciais do sistema de produção da goiabeira e indicar quais insumos e processos mais contribuem, utilizando a ACV.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a avaliação dos impactos ambientais potenciais da goiabeira, adotou-se os passos de uma Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) descritos nas normas ISO 14040 (2006a) e 14044 (2006b). A fronteira do sistema adotada foi do berço ao portão, ou seja, abrangendo desde a extração dos recursos naturais, produção de insumos, transporte e produção da cultura da goiabeira que ocorre em áreas localizadas na microrregião do Baixo do Jaguaribe, Ceará. Os dados de inventário e os impactos são relativos a 1 kg de goiaba transportada para Ceasa, considerando um ano médio em dez anos de produção agrícola.

Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos a partir de entrevista a um especialista AD Hoc da Secretaria Executiva de Agronegócio que informou a média dos insumos usados nas áreas produtoras da microrregião em estudo. Os dados sobre uso de insumos e produção foram referentes as etapas de i) implantação/formação do pomar (1º ano), ii) manutenção e produção crescente (2º-4º ano), e estabilização da cultura/produção (5º-10º ano). A densidade de plantio média naquela região é de 350 plantas ha⁻¹, com uma produção estabilizada em 23,5 toneladas ha⁻¹ ano⁻¹.

Os inventários secundários das cadeias de produção dos insumos utilizados no campo, transporte de materiais e goiaba e operações agrícolas mecanizadas foram obtidos na base ecoinvent 3.3 (FRISCHKNECHT & JUNGBLUTH, 2007).

As emissões para o ar, água e solo foram realizadas considerando as metodologias internacionalmente reconhecidas, utilizando a calculadora da ICVcal (MATSUURA et al., 2022). Com relação as emissões para o ar, as emissões de óxido nitroso-N₂O e o dióxido de carbono-CO₂, relativos à aplicação de ureia e calcário, foram calculadas seguindo a metodologia do IPCC (2006/2019). As emissões de CO₂ devido a devido à mudança de uso da terra foram estimadas utilizando a estratégia adotada por Novaes et al. (2017). As emissões de amônia-NH₃ pela aplicação de composto orgânico foram calculados de acordo com o método AGROMMON (2009). Já emissões de óxidos de nitrogênio-NO_x para o ar seguiu o método

WLFDB (NEMECEK et al., 2015). As emissões para a água foram oriundas dos métodos SQCB-NO₃ WLFDB (NEMECEK et al., 2015), para nitrato-NO₃ por lixiviação, e WLFDB (NEMECEK et al., 2015), para o fósforo (P) transportado por erosão para os rios. Para o solo, foram estimadas as emissões de metais pesados e pesticidas, de acordo com WFLDB (NEMECEK et al., 2015).

Os dados de inventário da produção de goiaba, a integração desse inventário com os secundários e a avaliação de impactos ambientais foi realizada no software Simapro versão 9.0.3. As categorias de impacto avaliadas foram i) eutrofização em águas doces e marinha, ecotoxicidade em águas doces, utilizando o método ILCD midpoint, e ii) mudanças climáticas pelo método do IPCC, 2021 100 anos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os insumos e processos que mais contribuíram nos impactos potenciais foram ureia, fosforo, transporte e produção de campo. A ureia teve maior contribuição na eutrofização de água doce (21%), ecotoxicidade de água doce (9,9%) e mudanças climáticas (11,32%), enquanto o fosforo teve impacto na eutrofização de água doce (42%) e ecotoxicidade de água doce (28%).

Já o transporte, ecotoxicidade de água doce (33,98%) e mudanças climáticas (28,4%). Em relação a produção de campo, as contribuições foram na eutrofização marinha (82%), ecotoxicidade de água doce (14,3%) e mudanças climáticas (29%).

O uso e produção de fertilizantes inorgânicos, têm elevadas emissões, como de dióxido de carbono (CO₂) e óxido nitroso (N₂O) para o ar e nitrato para água e solo, referente ao uso de ureia, além do fosforo para água, devido ao uso de adubos fosfatados. Essas emissões ocorrem desde a produção dos fertilizantes sintéticos até a etapa de produção agrícola, durante as atividades de manejo da adubação.

A produção desses fertilizantes sintéticos demanda elevado consumo de energia, ocasionando emissões de CO₂, N₂O, nitrato e fosforo para o ar e solo, justificando a elevada contribuição desses insumos para as ecotoxicidade de água doce, eutrofização de água doce e mudanças climáticas (CARNEIRO et al., 2019; HANAFIAH et al., 2022).

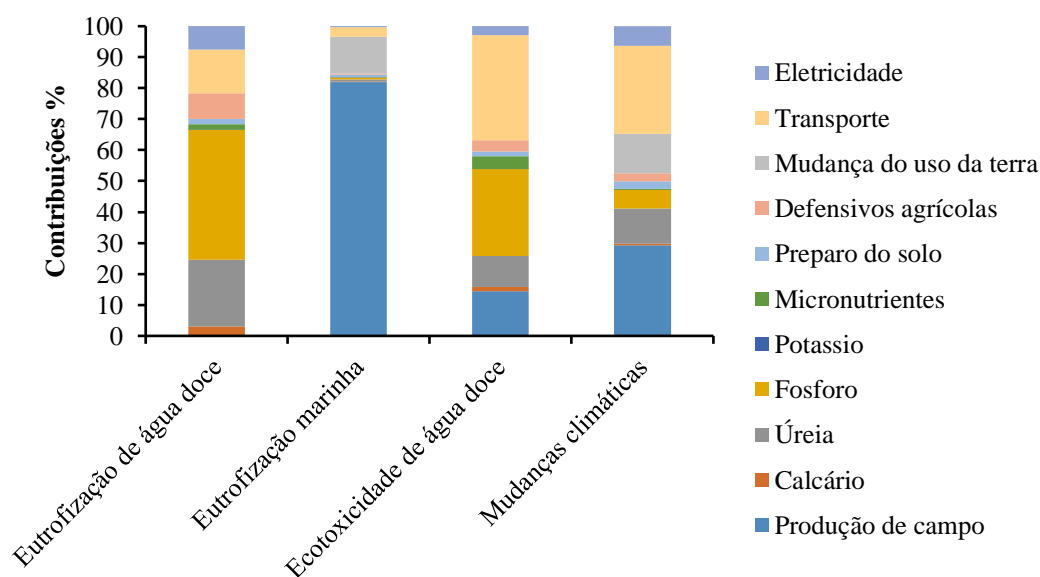


Figura 1. Categorias de impacto e contribuições de cada uma das atividades agrícolas realizadas no cultivo da goiaba no Baixo do Jaguaribe, CE.

A Região do Baixo Jaguaribe é uma grande produtora do estado no setor de frutíferas, conseqüentemente, tem alto consumo de insumos inorgânicos. O processo de produção de campo leva em consideração o uso desses agroquímicos, como o nitrogênio e fósforo.

O elevado uso desses insumos inorgânicos, aumentam as emissões de gases como N_2O , CO_2 , além de metais pesados, contribuindo diretamente para eutrofização de água doce, eutrofização marinha e mudanças climáticas (SILALERTRUKSA et al., 2017; COLTRO & KARASKI, 2019; SILVA et al., 2020).

O transporte (tkm) dos agroquímicos da unidade de origem para a propriedade, e da produção para CEASA, também teve impacto potencial significativo. As etapas de produção do caminhão escolhido, são levadas em consideração nesse processo, conseqüentemente, as emissões dos gases do efeito estufa durante o seu ciclo de vida.

A produção do caminhão usado no transporte, têm alto uso de energia e insumos, contribuindo para emissão de CO_2 e N_2O , com isso, os impactos desse processo são mais significativos para ecotoxicidade de água doce e mudanças climáticas (ADEWALE et al., 2019; HANAFIAH et al., 2022). Estudo realizado por Bell & Horvath (2020) com a cultura da laranja mostrou resultados que corroboram com este estudo, segundo o autor, o transporte teve impacto significativo na cadeia de produção da laranja.

CONCLUSÕES

A ureia e fosforo, além dos processos da produção de campo e transporte dos insumos e da goiaba para Ceasa, contribuíram de forma significativa para eutrofização de água doce, eutrofização marinha, ecotoxicidade de água doce e mudanças climáticas.

Evidenciando assim, que o uso desses insumos e processos precisam ser repensados na região do Baixo Jaguaribe, a fim de melhorar a sustentabilidade da produção da goiaba. Tornando necessário, o incentivo de práticas conservacionistas como adubação verde e uso de combustível de origem renovável, para redução dos impactos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEWALE, C.; REGANOLD, J. P.; HIGGINS, S.; EVANS, R. D.; CARPENTER-BOGGS, L. Agricultural carbon footprint is farm specific: Case study of two organic farms. **Journal of Cleaner Production**, v. 229, p. 795-805, 2019.

AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DO CEARÁ (ADECE). **Balanco de exportações e uso de insumos 2018**. Disponível em: <<https://www.adece.ce.gov.br/index.php/downloads/category/2-balanco-deexportacoes>>.

BELL, E. M.; HORVATH, A. Modeling the carbon footprint of fresh produce: effects of transportation, localness, and seasonality on US orange markets. **Environmental Research Letters**, v. 15, n. 3, p. 034040, 2020.

CARNEIRO, J.; DIAS, A. F.; BARROS, V. D. S.; GIONGO, V.; FOLEGATTI MATSUURA, M. I. D. S.; BRITO DE FIGUEIRÊDO, M. C. Carbon and water footprints of Brazilian mango produced in the semiarid region. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 24, n. 4, p. 735-752, 2019.

COLTRO, L.; KARASKI, T. U. Environmental indicators of banana production in Brazil: Cavendish and Prata varieties. **Journal of cleaner production**, v. 207, p. 363-378, 2019.

FRISCHKNECHT, R.; JUNGBLUTH, N.; ALTHAUS, H. J.; DOKA, G.; HECK, T.; HELLWEG, S. Overview and Methodology. ecoinvent report n°. 1. Dubendorf: Swiss Center for Life Cycle Inventories, p.77, 2007.

HANAFIAH, M. M.; HASAN, M. K.; RAZMAN, K.; HARUN, S. N.; SAKAWI, Z. Life Cycle Assessment of Laser-Induced Maize Production: Adoption of Sustainable Agriculture Practices. **Applied Sciences**, v. 12, n. 22, p. 11779, 2022.

IBGE - SISTEMA BRASILEIRO DE RECUPERAÇÃO DE DADOS AUTOMÁTICA. **Agropecuária: produção agrícola municipal. 2020.** Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>>. Acesso em: 30 mar. 2022.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 14067:2013 - Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification and communication.** Genebra. ISO: 2013.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 14040: Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework.** 2 ed. Genebra: ISO, 2006a. 20 p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 14044: Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines.** 1 ed. Genebra: ISO, 2006b. 46 p.

JAISWAL, B., AGRAWAL, M. Carbon footprints of agriculture sector. **Carbon Footprints**, p. 81-99, 2020.

MATSUURA, M. I. S. F.; CARDOSO, F. H.; PIGHINELLI, A. L. M. T.; RAMOS, N. P.; MACIEL, V. G.; GAROFALO, D. T.; NOVAES, R. M. L.; MORANDI, M. **Workbook for life cycle inventories of agricultural products, according to different methodological guides.** Jaguariúna. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2022.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI). **Estimativas anuais de emissões de gases do efeito estufa no Brasil.** 5ª edição. Brasília. p. 108. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/estimativas-anuais-deemissoes-gee/arquivos/livro_digital_5ed_estimativas_anuais.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2020.

MONTE, P. M. P.; ARAÚJO, R. C. P. D.; FIGUEIRÊDO, M. C. B. D. Avaliação das pegadas hídrica e de carbono da amêndoa da castanha de caju processada em minifábricas no estado do Ceará. **Gaia Scientia**, v. 15, n. 4, p. 51-71, 2022.

NEMECEK T.; BENGUA X.; LANSCHER J.; MOURON, P.; RIEDENER E.; ROSSI V.; HUMBERT S. Methodological Guidelines for the Life Cycle Inventory of Agricultural

Products. Version 3.0, 2015. World Food LCA Database (WFLDB). Quantis and Agroscope, Lausanne and Zurich, Switzerland, 2015.

NOVAES, R. M.; PAZIANOTTO, R. A.; BRANDÃO, M.; ALVES, B. J.; MAY, A.; FOLEGATTI-MATSUURA, M. I. Estimating 20-year land-use change and derived CO₂ emissions associated with crops, pasture and forestry in Brazil and each of its 27 states. **Global change biology**, [s.l], v. 23, n. 9, p. 3716-3728, 2017.