

# APLICANDO-SE A MATRIZ DE INSUMO-PRODUTO AMBIENTAL NA ANÁLISE DE IMPACTO ECONÔMICO-ECOLÓGICO DA PRODUÇÃO BRASILEIRA DE CAFÉ<sup>1</sup>

Maíra Ferraz de Oliveira Silva<sup>2</sup>, Mônica de Moura Pires<sup>3</sup>, Fernando Salgueiro Perobelli<sup>4</sup>,  
Andréa da Silva Gomes<sup>5</sup>, Fábio Lúcio Martins Neto<sup>6</sup>

Área ANPEC: Área 11 – Economia Agrícola e do Meio Ambiente

## RESUMO

Esta pesquisa insere-se na área entre as ciências ambiental e econômica, fundamentada na Economia Ecológica e Bioeconomia, concepções teóricas transdisciplinares, que abrangem terminologias e conceitos que auxiliam na compreensão dos problemas ambientais decorrentes de distorções do sistema econômico. Baseando-se nesses conceitos o objetivo principal deste trabalho é analisar a dinâmica de interação econômico-ecológica do sistema de produção de café no Brasil, a partir de uma matriz insumo-produto ambiental que permite identificar os elementos ecológicos inerentes à cafeicultura bem como quantificar o seu uso econômico (na forma de insumos ou na geração de produtos/resíduos) e o impacto econômico-ecológico da atividade. Os resultados obtidos a partir das primeiras simulações da matriz insumo-produto ambiental permitem, de forma preliminar, expor os fluxos físicos de mercadorias ecológicas, entre os setores econômicos, definidas como os insumos água (vazão de consumo), solo (área utilizada), adubos, agrotóxicos, energia e combustíveis, bem como os subprodutos e resíduos (ativos ecológicos ou materiais poluentes passíveis de aproveitamento/tratamento) resultantes da atividade produtiva como água (vazão de retorno), solo (vegetação preservada), emissões de gases do efeito estufa (GEE's) e, também, resíduos sólidos e água residual quantificados a partir das estimativas da produção cafeeira no Brasil para o ano de 2018. Os resultados demonstram a estimativa dos impactos diretos e intersetoriais resultantes do fluxo dessas mercadorias ecológicas na economia brasileira em 2018. Na perspectiva de ampliação do escopo metodológico e desagregação regional pretende-se ampliar o potencial explicativo do modelo para verificar os impactos intersetoriais e a dinâmica econômico-ecológica da cafeicultura considerando seus encadeamentos produtivos com o intuito de evidenciar as peculiaridades locais da produção de cafés especiais (orgânico e *gourmet*), tendo como recorte a região na Chapada Diamantina, Bahia e Brasil, e assim contribuir para a discussão de uma cafeicultura em transição para um modelo produtivo ambientalmente integrado.

**Palavras-chave:** Economia Ecológica, Bioeconomia, Insumo-produto, Cafeicultura, Brasil.

**Classificação JEL:** C67, Q57, R15

## ABSTRACT

This research falls in the area between environmental and economic sciences, based on Ecological Economics and Bioeconomics, transdisciplinary theoretical conceptions which covering terminologies and concepts that helps us understand the environmental problems caused by distortions of the economic system. Based on these concepts the main objective of this work is to analyze the dynamics of economic-ecological interaction of the coffee production system in Brazil, from a environmental input-output matrix

---

<sup>1</sup> Tese de doutorado em andamento: resultados preliminares da pesquisa.

<sup>2</sup> Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente (Universidade Estadual de Santa Cruz). Professora da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, campus de Vitória da Conquista. E-mail: mairaferraz@uesb.edu.br.

<sup>3</sup> Doutora em Economia Rural (Universidade Federal de Viçosa). Professora da Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia. E-mail: monicapires2009@gmail.com.

<sup>4</sup> Doutor em Economia (Universidade de São Paulo). Professor da Universidade Federal de Juiz de Fora. E-mail: fernandosalgueiro.perobelli@gmail.com.

<sup>5</sup> Doutora em Desenvolvimento Rural (*Institut National Agronomique Paris-Grignon*). Professora da Universidade Estadual de Santa Cruz. E-mail: andreauesc@gmail.com.

<sup>6</sup> Doutor em Fitotecnia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Viçosa). Consultor associado do Agrobiota. E-mail: fabio.martinsneto@agrobiota.com.br

that allows to identify the ecological elements inherent in coffee growing as well as to quantify its economic use (be it raw inputs or product/waste generation) and the economic-ecological impact of activity. The results obtained from the first simulations of the environmental input-output matrix allow, preliminarily, expose the physical flows of ecological commodities, between economic sectors, of inputs such as water (consumption flow), soil (area used), fertilizers, pesticides, energy and fuels, as well as by-products and waste (ecological assets or pollutant materials that can be used/treated) resulting from production activities such as water (return flow), soil (preserved vegetation), greenhouse gas emissions (GHG's) and also solid waste and wastewater quantified from the estimates of coffee production in Brazil for the year 2018. The results demonstrate the estimated direct and intersectoral impacts resulting from the flow of these ecological commodities in the Brazilian economy in 2018. In the perspective of broadening the methodological scope and regional disaggregation, is intended to expand the model's explanatory potential to verify the intersectoral impacts and the economic-ecological dynamics of coffee production considering its supply chains in order to highlight the local peculiarities of specialty coffee production (organic and gourmet), taking the Chapada Diamantina region of Bahia and Brazil as a cutout, and thus contribute to the discussion of a coffee production in transition to an environmentally integrated production model.

**Keywords:** Ecological Economics, Bioeconomy, Input-Output, Coffee Farming, Brazil.

**JEL Classification:** C67, Q57, R15

## 1 INTRODUÇÃO

Os estudos no âmbito da economia ambiental neoclássica representam a tentativa de incorporar aspectos ambientais e critérios de sustentabilidade por parte do *mainstream* econômico baseando-se na noção de que o meio ambiente é neutro e passivo, voltando-se, quase que exclusivamente, à mensuração dos impactos negativos causados pelo subsistema econômico em determinado sistema de produção.

Para Romeiro (2012), na abordagem da economia ecológica há uma inversão na lógica de decisão em comparação à economia ambiental ao considerar que a quantidade de recursos naturais utilizada (escala) deve ser pré-definida a partir de parâmetros ecológicos de sustentabilidade, sendo estabelecidos limites de uso dos recursos naturais, e como sua distribuição deverá ocorrer no sistema.

Dentro dessas concepções, a presente pesquisa encontra-se inserida na área de interesse convergente entre a ciência ambiental e a ciência econômica, apoiada nos conceitos e hipóteses da Economia Ecológica, abordagem de maior amplitude nas análises sobre limites de uso dos recursos naturais pela atividade econômica na perspectiva da conservação ambiental. No contexto da argumentação teórica da Economia Ecológica a discussão sobre a Bioeconomia surge como proposição de um modelo econômico baseado na transição gradual do uso de matérias-primas fósseis para recursos renováveis.

No campo metodológico o presente estudo de impacto econômico-ecológico propõe a elaboração de uma matriz insumo-produto ambiental a fim de descrever a dinâmica econômico-ecológica do sistema de produção da cafeicultura brasileira. Dessa forma integra conhecimentos e dados diversos para a produção de um único produto (matriz insumo-produto ambiental) representado pela hibridação de distintas disciplinas e diferentes domínios linguísticos, assim como se observa na abordagem teórica utilizada.

No sistema agroalimentar o aumento do consumo e o conseqüente desenvolvimento industrial tem suscitado o debate sobre a escassez de recursos e geração de resíduos, o que leva a questionar não apenas a viabilidade das próprias atividades econômicas como também do planeta. Os princípios da economia ecológica têm apresentado alternativas produtivas que apresentam a possibilidade de dissociar o crescimento econômico da geração de resíduos na defesa da proteção ambiental, da prevenção da poluição e do desenvolvimento sustentável. Neste estudo pretende-se analisar a cafeicultura brasileira e baiana sob esta perspectiva.

A oferta mundial de café é composta por 15 países que comercializam cerca de 95% do volume negociado no mercado global sendo o Brasil o maior produtor e exportador atualmente. No contexto nacional, sete estados brasileiros se destacam (Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Bahia, Paraná e Rondônia, nessa ordem de importância) responsáveis conjuntamente por 98,3% do café produzido no país no ano de 2019. A efetivação dessa investigação orienta-se pela seguinte hipótese: a otimização dos processos econômico-ecológicos da produção brasileira de café permite valorização dos recursos

ambientais e utilização/geração de insumos e subprodutos ecológicos, propiciando aproveitamento dos resíduos (biomassa) associados à atividade.

O presente trabalho apresenta os resultados preliminares relativos ao levantamento dos dados ambientais, estimação de coeficientes e fatores de ponderação utilizados na distribuição setorial das informações coletadas, com os quais foi estimada a matriz de fluxos físicos de mercadorias ecológicas para a cafeicultura brasileira a partir da Matriz de Insumo-Produto para o Brasil de 2018, disponibilizada pelo Núcleo de Economia Regional e Urbana da USP (NEREUS), conforme Guilhoto e Sesso Filho (2005) e Guilhoto *et al.* (2010), demonstrando os impactos diretos, indiretos e totais relativos ao uso de insumos e geração de produtos/resíduos considerando a dinâmica setorial do café brasileiro para o ano de 2018. Destaca-se o ineditismo e pioneirismo do presente trabalho visto que não foram encontrados estudos com enfoque metodológico semelhante.

## **2 ECONOMIA ECOLÓGICA E BIOECONOMIA: transição e mudança de paradigma**

A base teórica da economia ecológica fundamenta-se na análise das leis da termodinâmica e suas implicações para a dinâmica econômica, a saber, a lei da conservação da matéria e energia (primeira lei) e lei da entropia (segunda lei), e suas implicações para a escassez, considerada o principal problema da economia. Com isso contesta a lógica da economia neoclássica segundo a qual a lei da entropia é irrelevante para analisar o problema da escassez (ROMEIRO, 2012).

Segundo o autor, a economia ambiental neoclássica foca a problemática ambiental, tratando as questões ambientais sob a ótica das preferências individuais e da ecologia convencional; a economia ecológica propõe como premissa principal o fato de que o meio ambiente representa um limite à expansão da economia, que lhe é um subsistema. A partir desta constatação, oferece uma visão integrada e biofísica das interações meio ambiente-economia, que se efetiva na associação de diferentes abordagens analíticas de variadas áreas de conhecimento.

Pioneiro na abordagem da economia ecológica, Georgescu-Roegen (1971) centrou sua análise na constatação de que o aumento da entropia é inerente à dinâmica do sistema econômico ao extrair recursos ordenados de baixa entropia, e retornar resíduos de alta entropia (energia na forma de combustíveis fósseis, acumulada na crosta terrestre), e, portanto, o processo econômico altera qualitativamente o meio ambiente.

Costanza *et al.* (1997) identificaram como problemas ambientais mais fundamentais e de difícil solução o crescimento desordenado de populações humanas insustentáveis, tecnologias altamente dependentes de entropia e o uso inadequado das terras (erosão e desmatamento). Os autores recomendaram políticas inovadoras e instrumentos de gestão cujas estratégias estejam baseadas em uma alocação economicamente eficiente de recursos e adequada para proteger o estoque de capital natural a partir da elaboração de políticas e instrumentos capazes de lidar com esses problemas.

Neste escopo de análise alguns conceitos apresentam-se como alternativas de análise convergentes com essa estratégia teórica. A desmaterialização se constitui como um paradigma nas estratégias de conservação de recursos com foco na redução do fluxo de entradas e saídas de materiais no metabolismo industrial considerando os limites planetários sob o princípio da ecoeficiência (MÜLLER *et al.*, 2017). Da mesma forma, emergem os conceitos de economia circular e ecologia industrial como estratégias para uma mudança de paradigma do modelo econômico de uso intensivo de recursos, linear, “pegar, fazer, consumir e descartar”, para uma economia circular eficiente em recursos (GALLAUD E LAPERCHE, 2016).

Especificamente relacionado ao sistema agroalimentar, tem sido discutido o tema da agrobiodiversidade, cuja definição, de acordo com Jäger; Loosen e Giuliani (2019), envolve o modelo produtivo de populações rurais pelo uso de conhecimentos tradicionais, de origem local num contexto de simplificação dos sistemas agroalimentares e de diversidade de espécies de plantas e animais. Zimmerer *et al.* (2019) aplicaram sua estrutura de conhecimento em agrobiodiversidade (com quatro enfoques: 1. ecologia e evolução; 2. governança; 3. alimentação, nutrição e saúde; e 4. mudanças ambientais e socioeconômicas globais) num estudo no Peru associado ao Projeto Agrobiodiversidade, Alimentação e Nutrição, verificando que tal estrutura permitiu elucidar uma definição de agrobiodiversidade que inclui interdependência em múltiplos fatores humanos e que responde a chamados urgentes para tratar de questões de sustentabilidade.

Cruz; Hoff e Andrade (2018) consideram a economia ecológica como uma abordagem econômica alternativa com alcance sobre as duas maiores distorções do esquema econômico vigente: as tradicionais formas de organização dos fluxos materiais e energéticos e a ideia de plena substituição de fatores nos processos econômicos. Os autores argumentam que, sendo complementares, não é possível substituição indefinida entre o capital natural e o capital construído além do fato de que a economia se constitui num subsistema da biosfera (finita e não crescente) o que implica um custo ecológico ao crescimento econômico determinando os seus limites.

Entendendo que ainda não há um conceito amplamente conhecido (ou ainda não amplamente aceito) sobre a Bioeconomia, Sillanpää e Ncibi (2017) destacam que no contexto mais amplo de análise das consequências do atual modelo econômico baseado em recursos fósseis (crise econômica, aquecimento global, agravamento de disparidades, incidentes recorrentes de poluição, etc.), há um consenso geral sobre a necessidade de um modelo econômico que considere a biomassa como elemento central para conduzir as diversas atividades agrícolas, florestais e industriais de maneira sustentável, tendo como foco principal o esforço em desenvolver alternativas viáveis para combinar sustentabilidade e lucratividade a fim de garantir uma transição bem-sucedida para a bioeconomia. Assim, diante da discussão recente sobre o tema os autores consideram que

(...) bioeconomia significa a extração sustentável, exploração, crescimento e produção de recursos renováveis da terra e do mar e sua conversão ecológica em alimentos, rações, combustíveis, fibras, produtos químicos e materiais, para serem consumidos e reciclados de forma sustentável (SILLANPÄÄ E NCIBI, 2017, p. 31).

Assim, nessa discussão, a economia ecológica traça o horizonte da mudança de paradigma da economia *mainstream* e a bioeconomia vislumbra estratégias para esta mudança e revela ações efetivas num movimento latente e em curso de transição para esse novo modelo econômico. Trabalhos aplicados dentro desta abordagem que traduzem a transição para um modelo econômico baseado em recursos renováveis tem se destacado, predominando estudos sobre as biorrefinarias, consideradas como cruciais no caminho para a implantação da bioeconomia, uma vez que a adoção da biomassa em uma série de produtos de valor agregado e vetores de energia pode reduzir os problemas atuais relacionados à geração de resíduos e às mudanças climáticas

Nessa perspectiva, Conteratto et al. (2021) propõem um conceito contemporâneo de biorrefinaria, ajustado à perspectiva da bioeconomia; Solarte-Toro e Alzate (2021) analisam a relação entre biorrefinarias, bioeconomia e os objetivos de desenvolvimento sustentável – ODS. Talan et al. (2021) revisam estudos sobre várias biorrefinarias de resíduos voltadas à produção de biopolímeros (plásticos verdes) como um caminho sustentável alinhado às estratégias propostas pela bioeconomia. Yaashikaa; Senthil Kumar e Varjani (2022) revisam metodologias de valorização de resíduos agroindustriais e sua exploração para geração de produtos de energia renovável, entre diversos outros trabalhos sobre o tema.

No que se refere à relação entre bioeconomia e agricultura, Sarkar et al. (2018) destacam os principais impulsionadores de políticas no Canadá para a pesquisa e inovação agrícola (investimentos nacionais em inovação voltados para tecnologia limpa na silvicultura, pesca, mineração, energia, além do desenvolvimento de produtos, tecnologias, processos e serviços inovadores de base agro-industrial) essenciais para promover um ambiente favorável à inovação e uma bioeconomia sustentável. O estudo de Fradj et al. (2020) sobre o estímulo à adesão ao cultivo do salgueiro na Polônia, associada a uma política de subsídios ao cultivo diversificado e multifuncional, demonstra uma redução do uso de nitrogênio e, conseqüentemente, das emissões de óxido nitroso ( $N_2O$ ). Gogoi et al. (2020) destacam os avanços recentes do tema Bioeconomia no contexto dos setores econômicos agricultura, silvicultura e pesca na perspectiva da sustentabilidade. Egea et al. (2021) descrevem o potencial de sistemas de produção de horticultura intensiva para impulsionar a transição de sistemas de estufa intensivos de média e baixa tecnologia para cadeias de valor de economia circular de base biológica.

Em estudos para o Brasil Barbosa et al. (2021) analisam a bioeconomia como um caminho para a sustentabilidade na Amazônia e a consideram promissora para o cumprimento de objetivos ambientais por meio de atividades com baixo impacto desde que seja ampliado o conhecimento em bioeconomia, bioindústria e infraestrutura necessária para os avanços nessa área. Costa *et al.* (2021) apresentam uma

análise pioneira da bioeconomia de uma área da Amazônia no estado do Pará com foco na bioeconomia enquanto estratégia de desenvolvimento sustentável por meio do manejo florestal e do cultivo em sistemas agroflorestais de produtos do bioma amazônico ou com ele compatíveis.

Diante do exposto essa discussão teórica se mostra singular no sentido de relacionar conceitos que se mostram convergentes aos princípios norteadores do campo transdisciplinar da economia ecológica e da bioeconomia. Considerando que estudos de impacto econômico-ecológico, especialmente no âmbito de insumo-produto, carecem de informações ambientais alinhadas com áreas de estudos afins às ciências ambientais, esses conceitos e aplicações terão fundamental importância para orientar o foco da análise e fornecer subsídios para a sistematização, estimação e ajustamento dos dados e informações ambientais ao estudo da cafeicultura em uma perspectiva inter-regional.

### 3 A CAFEICULTURA NO CONTEXTO INTERNACIONAL E NACIONAL

O café é uma das principais *commodities* negociadas mundialmente e oriundo de países em desenvolvimento, sendo a receita gerada pela sua exportação uma importante fonte de divisas desses países. Segundo dados da Organização Internacional do Café (OIC), no ano de 2019, entre os 55 países produtores e exportadores de café, 15 foram responsáveis por 96,4% das exportações mundiais totalizando 181,6 milhões de sacas equivalentes a 16,3 bilhões de dólares, conforme detalhado na Tabela 1. No Brasil a produção de café destina-se, principalmente, ao mercado interno, visto que, entre os principais países produtores, situa-se entre aqueles com as menores parcelas exportadas da produção (55%).

**Tabela 1** – Mercado mundial de café, 2019

País	Produção <sup>1</sup> (mil sacas - 60 kg)	% exportado da produção	Exportações (mil sacas - 60 kg)	% no total das exportações	Receita cambial estimada <sup>2</sup> (US\$/Lb)
1 Brasil	73.104	55%	40.511	31,9%	5.386.622.612,75
2 Vietnam	35.687	74%	26.537	20,9%	3.528.589.854,59
3 Colômbia	14.516	87%	12.639	10,0%	1.680.626.499,52
4 Indonésia	11.933	56%	6.627	5,2%	881.170.336,06
5 Honduras	6.131	90%	5.506	4,3%	732.150.268,06
6 Uganda	6.409	84%	5.355	4,2%	712.063.345,93
7 Índia	5.463	97%	5.314	4,2%	706.541.509,99
8 Etiópia	7.993	48%	3.812	3,0%	506.931.028,86
9 Peru	3.888	92%	3.588	2,8%	477.139.421,16
10 Guatemala	3.616	89%	3.213	2,5%	427.194.394,10
11 México	5.121	58%	2.955	2,3%	392.866.973,60
12 Nicarágua	3.007	90%	2.697	2,1%	358.656.844,05
13 Costa do Marfim	2.279	73%	1.662	1,3%	221.018.797,93
14 Costa Rica	1.560	71%	1.104	0,9%	146.765.026,24
15 Tanzânia	951	87%	831	0,7%	110.548.478,22
<b>Total parcial</b>	<b>181.659</b>	<b>67%</b>	<b>122.352</b>	<b>96,4%</b>	<b>16.268.885.391,06</b>
<b>Outros países</b>	<b>8.755</b>	<b>53%</b>	<b>4.611</b>	<b>3,6%</b>	<b>\$613.177.890,56</b>
<b>TOTAL</b>	<b>190.414</b>	<b>67%</b>	<b>126.963</b>	<b>100,0%</b>	<b>16.882.063.281,62</b>

<sup>1</sup>A produção total foi somada aos estoques de cada país, conforme dados divulgados pela OIC para o ano de 2019.

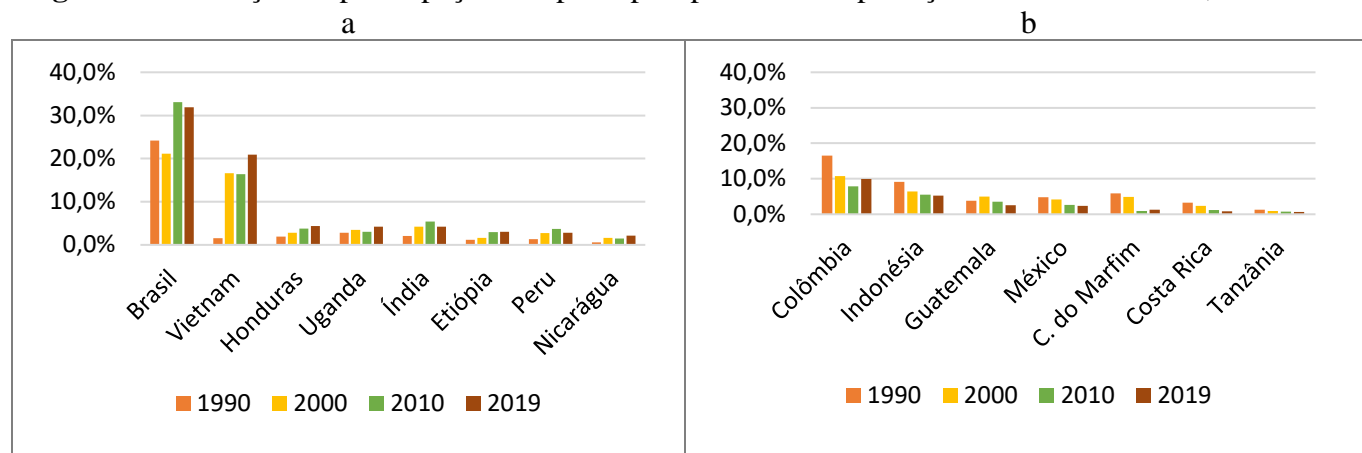
<sup>2</sup>Para a estimativa das receitas foi utilizado o preço indicativo da OIC de 100,52 US cents/lb, para o ano de 2019.

**Fonte:** Elaborado por autores com base em dados do OIC

Nas últimas três décadas, tanto no volume exportado quanto na produção mundial de café, o Brasil tem mantido a posição de liderança, embora outros países tenham ingressado no mercado, com participações menores, porém com taxas de crescimento maiores em alguns períodos (Figura 1).

Destacam-se Vietnam, Honduras, Uganda, Índia, Etiópia, Peru e Nicarágua como países que ganharam importância no mercado, visto que apresentavam pouca participação nas exportações mundiais de café e foram ampliando essa participação ao longo das décadas seguintes (Figura 1a). Colômbia, Indonésia, Guatemala, México, Costa do Marfim, Costa Rica e Tanzânia que completam o grupo dos quinze países maiores produtores e exportadores mundiais, apesar de bem posicionados no ranking de exportações, vem apresentando declínio nos volumes exportados no período analisado (Figura 1b).

**Figura 1** – Evolução da participação dos principais países nas exportações mundiais de café, 1990-2019



Fonte: Elaborado por autores com base em dados do OIC

Na Tabela 2, apresentam-se os 15 países com maior média de produção no período de 1990-2017, e a evolução de crescimento no período e subperíodos. Nota-se que à exceção de Colômbia, México, Costa do Marfim, Costa Rica e Tanzânia todos os demais países apresentaram crescimento da produção entre 1990 e 2017. Porém, nos quatro subperíodos analisados, a maioria apresenta taxa de crescimento da produção em declínio. Entre as taxas negativas, Costa do Marfim, Nicarágua, Colômbia e Indonésia apresentam os maiores decréscimos, em diferentes períodos.

**Tabela 2** – Principais países produtores de café, produção média no período, em mil de sacos de 60kg e percentual, taxas de crescimento por períodos entre os anos de 1990 e 2019

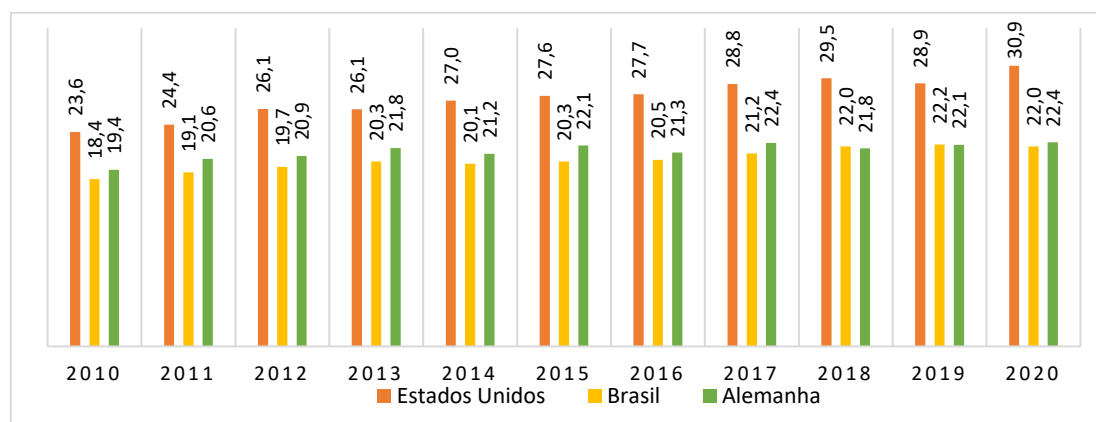
PAÍS	PRODUÇÃO MÉDIA		TAXAS DE CRSCIMENTO (%) POR QUINQUÊNIO						
	1990 - 2019		1990/94	1995/99	2000/04	2005/09	2010/14	2015/19	1990/2019
	1000 sacas	%							
1 Brasil	41.713	32,7	3,3	163,4	25,5	33,5	-3,8	10,1	<b>113,3</b>
2 Vietnam	16.002	11,7	177,2	193,0	-3,2	28,8	36,2	-1,9	<b>2.226,8</b>
3 Colômbia	11.999	10,0	-9,9	-26,5	8,6	-32,3	56,4	0,7	<b>-2,1</b>
4 Indonésia	8.558	6,8	-27,9	43,4	7,9	24,2	19,9	-9,2	<b>53,6</b>
5 Etiópia	4.816	3,8	-5,0	19,5	67,3	42,9	14,8	12,7	<b>152,4</b>
6 Honduras	3.707	2,8	39,1	56,3	-3,4	12,4	21,6	2,5	<b>278,3</b>
7 Uganda	3.289	2,6	22,4	-11,8	-23,2	33,0	14,6	51,0	<b>181,8</b>
8 Índia	4.568	3,7	6,1	21,3	-8,5	5,7	-2,7	-14,5	<b>76,3</b>
9 Mexico	4.363	3,7	-11,0	17,3	-19,7	-2,7	-9,1	43,7	<b>-14,8</b>
10 Peru	2.954	2,3	25,8	46,6	28,0	32,0	-29,1	16,1	<b>309,6</b>
11 Guatemala	3.900	3,2	15,8	28,0	-25,0	4,3	-16,2	5,7	<b>10,3</b>
12 Nicarágua	1.527	1,2	48,1	57,8	-32,1	30,7	15,9	35,3	<b>525,1</b>
13 Costa do Marfim	2.645	2,3	2,2	149,6	-55,9	-5,3	106,5	49,7	<b>-34,4</b>
14 Costa Rica	1.998	1,7	-3,1	-12,6	-22,4	-10,6	-8,6	2,2	<b>-42,6</b>
15 Tanzânia	819	0,7	-27,1	-6,1	-5,6	-16,1	-11,0	-0,4	<b>-0,6</b>
<b>Total parcial</b>	<b>112.860</b>	<b>89,1</b>							
<b>Outros países</b>	<b>12.549</b>	<b>10,9</b>							
<b>TOTAL</b>	<b>125.408</b>	<b>100</b>							
<b>Média</b>			95.619	106.153	113.171	126.217	147.360	163.931	<b>125.408</b>
<b>Desvio padrão</b>			4.069	16.170	6.796	10.078	6.237	5.865	<b>25.508</b>
<b>Valor mínimo</b>			91.761	87.321	105.503	111.169	140.078	156.126	<b>87.321</b>
<b>Valor máximo</b>			101.267	131.383	122.625	135.400	153.910	172.461	<b>172.461</b>
<b>Coefficiente de variação</b>			4%	15%	6%	8%	4%	4%	<b>20%</b>

Fonte: Elaborado por autores com base em dados do OIC

No que se refere ao consumo mundial, os dados da OIC sobre importações de países membros e não membros e de consumo doméstico dos países exportadores de café demonstram que no período 2010-2020, o Brasil (Figura 2) posicionou-se entre os três maiores consumidores de café do mundo, atrás apenas dos

Estados Unidos e Alemanha, e na segunda posição nos anos de 2017 e 2018, atrás apenas dos EUA nesses anos.

**Figura 2** – Consumo doméstico de café, Estados Unidos, Brasil e Alemanha, em milhões de sacas de 60kg, 2010-2020



Fonte: Elaborado por autores com base em dados do Cecafé

Historicamente, o modelo brasileiro de produção de café tem-se mostrado concentrador na região Sudeste do país, deslocando-se de seu eixo principal de São Paulo nos anos 1980 para a crescente produção e especialização do estado de Minas Gerais e ao mesmo tempo, aumentando também a participação do Espírito Santo, onde se concentra majoritariamente o volume total nacional da espécie conillon/robusta. A expressividade da cafeicultura nacional pode ser ressaltada pela produção da região Sudeste do país, que representa mais de 4/5 do total nacional, alcançando, em média, mais de 80% da produção do Brasil no período de 1990-2017.

Porém, nos últimos 20 anos, os plantios de café vêm se expandindo em direção ao Nordeste, em particular para o estado da Bahia, especialmente nas regiões fronteiriças com os estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Tal situação tem levado a Bahia a figurar entre os cinco maiores produtores (Tabela 3) com uma média de produção semelhante aos estados de Paraná e Rondônia e segunda maior taxa de crescimento (60,2%) no período de 1990-2017, superando o maior estado produtor do país (Minas Gerais). De maneira geral, os anos 2000 mostram crescimento da produção de café no Brasil, exceto para Espírito Santo e Paraná.

**Tabela 3** – Principais estados brasileiros produtores de café, produção média no período em toneladas e taxas de crescimento por períodos entre os anos 1990 e 2019

Estados/Região	Média 1990/19	%*	1990- 1994 (%)	1995- 1999 (%)	2000- 2004 (%)	2005- 2009 (%)	2010- 2014 (%)	2015- 2019 (%)	1990- 2019 (%)
Minas Gerais	1.372.577	49,7%	18,9%	64,0%	-25,6%	19,2%	-9,3%	11,1%	43,7%
Espírito Santo	623.604	26,3%	-1,0%	70,4%	-49,9%	16,4%	25,6%	28,1%	81,6%
São Paulo	323.461	9,6%	-37,0%	107,1%	-40,7%	-1,5%	4,0%	14,2%	-55,3%
Bahia	143.525	6,0%	19,3%	29,2%	-0,2%	37,6%	31,6%	-13,8%	60,2%
Chapada Diamantina	29.961	13,2%	-32,8%	87,8%	-34,6%	50,1%	8,0%	-48,7%	-18,7%
Rondônia	125.920	4,6%	-6,1%	10,5%	-51,0%	-14,1%	-40,7%	61,9%	-21,3%
Paraná	142.391	2,1%	-47,7%	1328,9%	-44,0%	3,8%	-73,6%	-21,1%	-79,8%
Outros estados	80.575	1,7%	-63,2%	21,1%	-6,8%	-16,6%	-27,8%	-4,1%	-74,0%
<b>Brasil</b>	<b>2.812.054</b>	<b>100%</b>	<b>-10,8%</b>	<b>75,4%</b>	<b>-35,2%</b>	<b>14,0%</b>	<b>-3,5%</b>	<b>13,8%</b>	<b>2,8%</b>

\* Participação de cada estado no total do Brasil e da Chapada Diamantina no total da Bahia, em relação ao ano de 2019.

Fonte: Elaborado por autores com base na Pesquisa Agrícola Municipal do IBGE

O crescimento da produção baiana a partir de 1990 (Tabela 3) assenta-se nas especificidades de seu território relativas às distintas condições edafoclimáticas, as quais permitem diversidade de qualidade e potencial no mercado do café, diferenciando-a dos demais estados produtores no país. A região da Chapada

Diamantina, na Bahia, apesar de apresentar pequeno volume de produção com relação ao total estadual e taxa de crescimento negativa no período, possui destaque no mercado de cafés especiais, cuja característica principal é a comercialização de pequenos lotes de alta qualidade a preços significativamente elevados.

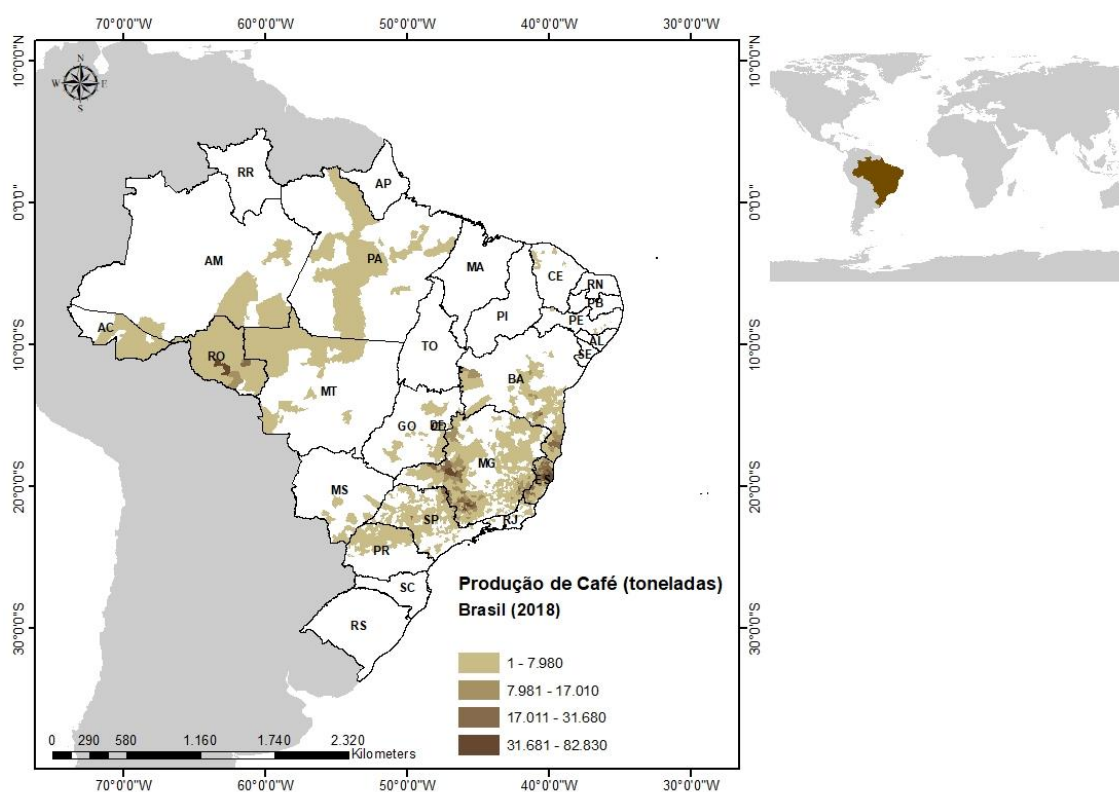
A tendência de perda de participação no comércio mundial de café com a participação mais efetiva de outros países produtores indica que a evolução da produção brasileira de café tende a especializar-se em dois segmentos principais: o segmento não familiar de alto nível tecnológico voltado à produção de café do tipo *commodity* e a pequena produção tradicional voltada aos nichos de mercado orgânico e *gourmet*.

#### 4 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO

Introduzida no Brasil em 1760, a cultura do café é considerada uma das mais antigas explorações agrícolas do país cuja expansão, ocorrida no final do século XIX e início do século XX, consolidou o café como um dos principais produtos da pauta de exportação brasileira. Teve papel importante também na ocupação agrícola do território brasileiro, especialmente na diferenciação regional que hoje em dia compõe a Região Sudeste, inclusive a peculiar malha territorial de São Paulo. Atualmente, a produção brasileira de café está dispersa em diversos municípios, distintas regiões e condições produtivas (IBGE, 2016).

O Brasil, tendo a capital sediada em Brasília, possui uma área de 8.510.345.540 km<sup>2</sup> e população de 213.317.639 habitantes, segundo estimativa do IBGE para o ano de 2021, é composto por 5.570 municípios, e densidade demográfica de 22,43 hab./km<sup>2</sup> (IBGE, [s.d.]).

**Figura 3 – Distribuição da produção cafeeira no Brasil, 2018**



**Fonte:** Elaborado pelos autores com base em dados do IBGE.

A área de estudo abrange os municípios nos quais existe registro da produção de café de acordo com a Pesquisa Agrícola Municipal do IBGE para o ano de 2018, em consonância com o ano de estimação da Matriz de Insumo-Produto para o Brasil (2018), disponibilizada pelo Núcleo de Economia Regional e Urbana da USP (NEREUS). Na fase seguinte da pesquisa será utilizado o recorte temático dos cafés especiais (orgânico e *gourmet*), e inter-regional de análise das relações entre a região da Chapada Diamantina, Bahia e Brasil, haja vista o crescimento de áreas com cafeicultura que representam a transição para um modelo produtivo ambientalmente integrado.



## 5 ANÁLISE DE IMPACTO ECONÔMICO-ECOLÓGICO A PARTIR DE MODELOS DE INSUMO-PRODUTO

O estudo da cafeicultura sob a perspectiva econômico-ecológica será contemplado pela análise de insumo-produto ambiental, cuja abordagem tem sido descrita na literatura a partir das contribuições de Wassily Leontief, John Cumberland, Herman Daly, Walter Isard e Peter Victor, como uma forma de abranger o estudo de serviços ecossistêmicos em modelos de insumo-produto (HADDAD, 1989).

Constitui uma modelagem de impacto econômico e ecológico em estruturas produtivas regionais, mais especificamente o modelo de insumo-produto Isard-Victor, conforme descrito por (Haddad, 1989) que busca a compreensão da lógica interna de dinâmica e evolução do subsistema ecológico em suas interações com o subsistema econômico no âmbito de um determinado sistema de produção, a partir da ótica dos insumos, produtos e processos ecológicos gerados. Essas contribuições, em sua maioria, exigem certo nível de agregação em escala regional, e a presente proposta de pesquisa se justifica pelo seu propósito de contribuir para os estudos de cunho econômico-ecológico em escala local (Chapada Diamantina, Bahia).

Cabe destacar que o método de insumo-produto tem sido aplicado em estudos de cunho ambiental como pode ser verificado nos trabalhos de Chen e Chen (2015); Wang e Chen (2016); Zhang *et al.* (2016); Brizga, Feng e Hubacek (2017); Esteves, Alves e Sesso Filho (2017); Castelão (2018), entre outros, que se limitaram a incorporar vetores relativos a fluxos de energia e emissões de gases do efeito estufa à matrizes de insumo-produto. Nesta pesquisa, pretende-se incorporar ao modelo geral duas matrizes, econômica e ambiental, buscando descrever suas interrelações, o que constitui o modelo Isard-Victor. O detalhamento da estrutura do modelo analítico pode ser observado na Figura 4.

**Figura 4** – Detalhamento do modelo de matriz insumo-produto ambiental

SETORES PRODUTIVOS		PROCESSOS ECOLÓGICOS
M E R C A D O R I A S	E C O N Ô M I C O S  – SISTEMA ECONÔMICO: Coeficientes intersetoriais  $A_{xx}$	– PROCESSOS ECOLÓGICOS:  Relações com mercadorias econômicas  $A_{xe}$
	E C O L Ó G I C O S  – SETORES ECONÔMICOS: Relações com insumos e produtos ecológicos  $A_{ex}$	– SISTEMA ECOLÓGICO:  Coeficientes inter-processos  $A_{ee}$

Fonte: Adaptado de Haddad (1989)

Para Victor (1972) incluir o meio ambiente em um modelo de insumo-produto, permite, além da atividade industrial necessária para produzir as mercadorias destinadas ao consumo, estimar o impacto ambiental da atividade, a partir da retirada e devolução de materiais.

Destaca ainda, que a questão básica que pode ser respondida com modelos de insumo-produto adequadamente adaptados à inclusão de interações com os processos ecológicos está relacionada às implicações econômicas e ambientais de padrões alternativos de demanda final para encontrar, a partir destes padrões, uma forma de avaliar o próprio impacto ambiental resultante. A ênfase desses modelos está na identificação dos fluxos de materiais entre o sistema econômico e ecológico, tendo sido o único a especificar as identidades do equilíbrio de materiais em detalhes. Victor (1972) acrescenta que economistas como Daly e Isard foram além da identificação desse fluxo de materiais, pois buscaram incorporar as repercussões ambientais desses fluxos em seus modelos.

A representação desses processos requer a descrição explícita de uma série de mercadorias fora do sistema econômico, assim como as atividades que são os receptores diretos de entradas para o sistema sócioeconômico exógeno. Nessa perspectiva, para este momento do estudo, foram selecionados alguns elementos ecológicos passíveis de estimação dos coeficientes técnicos por setor econômico que viabilizam

a modelagem de insumo-produto ambiental, cuja coleta e métodos de estimação está devidamente descrita na próxima seção. Até que se esgotem as alternativas de inclusão de novos elementos ecológicos e sua devida estimação conforme os modelos ambientais apresentados anteriormente, os dados coletados e mensurados nesta etapa foram calibrados e testados num modelo analítico preliminar, descrito a seguir.

O desenvolvimento de métodos de análise impacto econômico e ecológico em estruturas produtivas regionais permite retratar melhor a realidade estudada visto que o controle da perturbação dos processos ecológicos e físicos revelam especificidades ambientais locais que são elementos-chave do desenvolvimento econômico e do trabalho de planejamento, especialmente quando voltados à compreensão e análise de uma atividade econômica em particular, como o caso da cafeicultura brasileira.

### 5.1 Seleção dos elementos ecológicos e seu uso/produção pelos setores econômicos e pela cafeicultura: levantamento e estimação dos dados

Baseando-se em Isard *et al.* (1968) e Silva e Giunti (2014), apresenta-se o Quadro 1 com elementos ecológicos<sup>7</sup>, selecionados nesta pesquisa, utilizados e produzidos pelos setores econômicos da economia brasileira e pelo sistema de produção do café, em suas respectivas unidades de medida.

**Quadro 1 – Mercadorias ecológicas inerentes à cafeicultura**

INSUMOS		SUBPRODUTOS E/OU RESÍDUOS	
Água: fluxo de consumo	m <sup>3</sup> /s	Água: fluxo de retorno	m <sup>3</sup> /s
Solo: área em uso	Hectares	Solo: área com vegetação nativa	Hectares
Energia: energia elétrica	Gwh	Resíduos do café: Água residual (ARC)	Litros/ano
Adubos: Calcário, Nitrogênio, Fosfato, Potássio	Toneladas	Resíduos sólidos do café: Polpa, Mucilagem, Casca, Pergaminho, Pele prateada (Palha), Grãos defeituosos, Borra (Café em pó e solúvel)	Toneladas
Agrotóxicos: Inseticidas, Herbicidas, Fungicidas/Bactericidas, Outros pesticidas	Toneladas	Emissões de GEE's: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, CO, COVM's, Nox, CF <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> , HFC-32, HFC-125, HFC-134a, HFC-143a, SF <sub>6</sub>	Toneladas
Combustíveis: Etanol, Gasolina C, Gasolina de aviação, GLP, Óleo combustível, Óleo diesel, Querosene de aviação, Querosene iluminante	Toneladas		

Fonte: Elaborado pelos autores

Cabe destacar que não foram identificados trabalhos<sup>8</sup> que tenham sistematizado e reunido uma quantidade de elementos ecológicos semelhante à realizada nessa pesquisa, que se mostra pioneira e inovadora ao compor uma análise ambiental de insumo produto ambientalmente ampliada, considerando o contexto produtivo (econômico e ecológico) de uma atividade produtiva em particular com importante participação na economia brasileira.

Para a coleta dos dados utilizados nas estimações foram consultadas as bases de dados da Agência Nacional das Águas (ANA), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), Agência Nacional de Mineração (ANM), Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Agência Nacional do Petróleo (ANP) e do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), conforme descrito na Figura 5.

O cálculo e a distribuição dos percentuais entre os setores econômicos foram realizados utilizando fatores de ponderação e classificações divulgadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mais especificamente o Censo Agropecuário, Pesquisa Agrícola Municipal (PAM), Pesquisa

<sup>7</sup> A delimitação dos elementos ecológicos considerados tem como base o conceito de mercadorias ecológicas discutido por Miller e Blair (2009) e apresentado na seção 5.2, na forma de insumos utilizados na produção assim como de subprodutos e resíduos gerados. No caso dos insumos foram selecionados tanto aqueles extraídos diretamente do meio ambiente (água e uso do solo) como os adquiridos na forma de produtos para utilização no processo produtivo com algum tipo de impacto ambiental associado seja na sua geração (energia) ou uso (adubos, agrotóxicos e combustíveis) nos respectivos setores econômicos. Quanto aos subprodutos e resíduos foram considerados o retorno em ativos ambientais (água e vegetação nativa preservada) e as emissões de gases do efeito estufa para todos os setores, além dos resíduos gerados no processamento do café.

<sup>8</sup> Com exceção do trabalho de Isard *et al.* (1968) que realizou uma análise insumo-produto da atividade pesqueira comercial e recreativa (pesca esportiva) associada ao linguado de inverno na região de Plymouth Bay, na Filadélfia, sendo uma das principais referências metodológicas desta pesquisa.

Pecuária Municipal (PPM), Pesquisa Industrial Anual (PIA), Pesquisa Anual do Comércio (PAC), Pesquisa Anual dos Serviços (PAS), Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC) e Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF); além de informações coletadas nas bases de dados do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) e o Painel de Custeio do Ministério da Economia (Figura 5).

**Figura 5** – Fonte de dados e fatores de ponderação para o cálculo e distribuição setorial dos elementos ecológicos selecionados

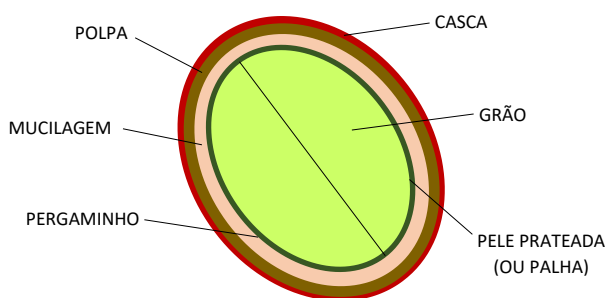
ELEMENTOS ECOLÓGICOS	FONTE DOS DADOS	FATOR DE PONDERAÇÃO / DISTRIBUIÇÃO SETORIAL
<b>ÁGUA</b>	<b>ANA</b>	<b>PAM e PPM (IBGE)</b>
Fluxos de consumo e retorno	Coeficientes de uso da água	Área de culturas e pecuária
		<b>CETEM (MCTI)</b>
		Produção Mineral Bruta
		<b>RAIS (ME)</b>
		Pessoal ocupado na indústria
<b>SOLO</b>	<b>EMBRAPA/SICAR</b>	<b>Censo Agropecuário (IBGE)</b>
Área em uso e Área de vegetação nativa	Registro rural	Área dos estabelecimentos agropecuários
<b>ADUBOS</b>	<b>ANM</b>	<b>Censo Agropecuário (IBGE) e</b>
Calcário	Produção beneficiada	<b>Coeficientes referenciados em estudos acadêmicos</b>
	<b>FAO</b>	Despesas com adubos
N, P, K	Fertilizantes por nutriente	Literatura nacional (estudos sobre a cafeicultura)
<b>AGROTÓXICOS</b>	<b>FAO</b>	<b>Censo Agropecuário (IBGE)</b>
Pesticidas	Uso de pesticidas	Despesas com agrotóxicos
<b>ENERGIA</b>	<b>ANEEL</b>	<b>ANEEL</b>
Energia Elétrica	Consumo em Gwh	Classes de consumo
<b>COMBUSTÍVEIS</b>	<b>ANP</b>	<b>Censo Agropecuário, PIA, PAC, PAS, PAIC e POF (IBGE)</b>
Etanol, Gasolina, GLP, Óleo combustível, Óleo diesel, Querosene de aviação e iluminante	Vendas de derivados de petróleo	<b>Painel de Custeio (ME)</b>
		Despesas com combustíveis e lubrificantes
<b>EMISSÕES GEE's</b>	<b>SEEG</b>	<b>SEEG</b>
CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, CO, COVNM's, NO <sub>x</sub> , CF <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> , HFC-32, HFC- 125, HFC-134a, HFC-143a e SF <sub>6</sub>	Emissões e Remoções de gases de efeito estufa por atividade econômica	Atividades e setores econômicos
<b>RESÍDUOS DA CAFEICULTURA</b>	<b>PAM e PIA (IBGE)</b>	<b>Coeficientes referenciados em estudos acadêmicos</b>
Polpa, mucilagem, casca, pergaminho, pele (ou palha), grãos defeituosos e imaturos, borra (café em pó), borra (café solúvel) e água residual	Área cultivada com café Quantidade produzida de café Produção de café em pó e solúvel	Literatura nacional e internacional

Nota: Na estimativa do uso de pesticidas, energia elétrica e combustível para o setor "Café em Grão" foram considerados os fatores de ponderação adotados para o agregado das culturas permanentes, uma vez que não estão disponíveis dados desagregados para a cultura do café.

Fonte: Elaborado pelos autores

A Figura 6 demonstra os resíduos sólidos resultantes do processamento do fruto do café (polpa, mucilagem, casca, pergaminho e pele prateada – palha). Após a colheita, os frutos são selecionados separando-se os frutos maduros, dos verdes e secos e então passam pelo processo de beneficiamento do grão, o que geralmente ocorre ainda nas fazendas. Segundo Echeverria e Nuti (2017) os grãos de café são separados das camadas de cobertura (pele, polpa e pergaminho), sendo, os resíduos sólidos gerados pelo descasque do café, após a secagem do fruto, denominados casca de café.

**Figura 6** – Resíduos sólidos resultantes do processamento do fruto do café



Fonte: Elaborado pelos autores

Os autores explicam que, no processamento pela via úmida, a secagem não é necessária, sendo retiradas mecanicamente a pele externa (casca) e a polpa, gerando um resíduo sólido chamado de polpa de café. Em seguida os grãos são fermentados para remover a camada de material de polpa restante. Finalmente o grão é descascado para remover o pergaminho e após essa etapa é possível selecionar os grãos (mecanicamente) retirando, principalmente, os defeituosos e imaturos que afetam a qualidade da bebida. A pele prateada é retirada apenas no processamento industrial no momento da torra do grão beneficiado. Neste estudo são analisados indicadores de insumo-produto de 27 setores econômicos que compõem o encademento produtivo do setor “Café em grão”, conforme descritos na seção 6.1 que apresenta os resultados estimados.

## 5.2 Estrutura da matriz de insumo-produto ambiental para a cafeicultura brasileira: modelo preliminar

Ao tratarem dos modelos de insumo-produto ambientais Miller e Blair (2009) definem e distinguem as mercadorias ecológicas como insumos para um processo de produção da indústria (energia e emprego, por exemplo) e como produtos gerados por um processo de produção (um subproduto ou poluição, por exemplo). Em modelos de insumo-produto ambientais essas mercadorias ecológicas irão compor os fluxos de insumos e produtos do ecossistema no qual existe o sistema econômico interindustrial como insumos e produtos ecológicos, podendo ser considerados como comercializáveis ou não. Os autores salientam que as transações interindustriais são medidas em unidades monetárias, enquanto as mercadorias ecológicas (insumos, produtos e resíduos) são medidas em suas respectivas unidades físicas.

Na Tabela 4, estão identificadas as matrizes de insumos e de produtos e resíduos ecológicos, respectivamente, ou seja,  $M$  e  $N$ , bem como as transações interindustriais na matriz  $Z$ , o vetor de demandas finais totais,  $f$ , e o vetor de produtos totais da indústria,  $x$ .

**Tabela 4** – Fluxos econômico-ecológicos para a cafeicultura brasileira: definições matriciais

	Transações Interindustriais			Demanda final	Produto total	Mercadorias Ecológicas			
	Setores consumidores					Subprodutos/Resíduos			
	Agricultura	Indústria	Serviços			Água <sup>1</sup>	Solo <sup>1</sup>	Sub- produtos/ Resíduos <sup>1</sup>	Emissões GEE's <sup>1</sup>
<b>Setores Produtores</b>									
Agricultura									
Indústria									
Serviços									
<b>Mercadorias Ecológicas</b>									
<b>Insumos</b>									
Água <sup>1</sup>									
Solo <sup>1</sup>									
Aubos <sup>1</sup>									
Agrotóxicos <sup>1</sup>									
Energia Elétrica <sup>1</sup>									
Combustíveis <sup>1</sup>									
	<b>Z</b>			<b>f</b>	<b>x</b>	<b>N</b>			
	<b>M</b>								

<sup>1</sup> Como definido na Tabela 2.

Fonte: Adaptado de Miller e Blair (2009, p. 476)

Definimos como insumos ecológicos: a vazão de consumo de água por setores econômicos ( $m^3/s$ ), a área útil dos estabelecimentos agropecuários (hectares), o uso agrícola de calcário e dos nutrientes primários nitrogênio, fósforo e potássio (toneladas), de agrotóxicos (toneladas), de energia elétrica (Gwh) e de combustíveis derivados de petróleo ( $mil\ m^3$ ). Suas magnitudes estão detalhadas na matriz  $M = [m_{kj}]$ , na qual cada elemento reflete a quantidade de mercadorias (insumos) ecológicas do tipo  $k$  usado na produção total do setor econômico  $j$ .

Da mesma forma, definimos um conjunto de produtos e resíduos ecológicos resultantes da atividade econômica, inclusive do processamento do café: a vazão de retorno de água decorrente do uso por setores econômicos ( $m^3/s$ ), a área com vegetação nativa dos estabelecimentos agropecuários (hectares), subprodutos (polpa e mucilagem em toneladas) e resíduos (casca, pergaminho, palha, grãos defeituosos e imaturos, em toneladas e água residuária em litros/ano) decorrentes do processamento do café, bem como as emissões de gases do efeito estufa (toneladas). A matriz correspondente de fluxos de produção de commodities ecológicas é  $N = [n_{kj}]$ , um elemento da qual especifica a quantidade de produção de mercadorias (subprodutos e resíduos) ecológicas  $k$  associada à produção do setor  $j$ .

As matrizes de coeficientes técnicos são estimadas da mesma maneira como são calculados os coeficientes de impacto direto nos modelos de insumo-produto tradicionais, dessa forma:

$$A = Z\hat{x}^{-1} \quad (1)$$

define a matriz de coeficientes técnicos das mercadorias econômicas

$$R = M\hat{x}^{-1} \quad (2)$$

define a matriz de coeficientes de insumos ecológicos

$$Q = N'\hat{x}^{-1} \quad (3)$$

define os coeficientes de produção de produtos e resíduos ecológicos

sendo  $N'$  a transposta da matriz de fluxos de produção de commodities ecológicas.

Tem-se,

$$R = [r_{kj}] \quad (4)$$

que especifica a quantidade de mercadoria  $k$  necessária por um real da produção da indústria  $j$

$$Q = [q_{kj}] \quad (5)$$

que especifica a quantidade de commodity  $k$  gerada por um real de produção da indústria  $j$

A partir do cálculo das matrizes  $R$  e  $Q$  conforme especificado, os coeficientes de impacto total, (ou coeficientes de insumo-produto de commodities ecológicas como uma função das demandas finais) podem ser estimados da seguinte forma,

$$R^* = R (I - A)^{-1} \quad (6)$$

$$Q^* = Q (I - A)^{-1} \quad (7)$$

Portanto, os elementos em  $R^* = [r^*_{ij}]$  refletem a quantidade de insumo ecológico  $i$  necessária direta e indiretamente para entregar o valor de um real da produção da indústria  $j$  para a demanda final. Da mesma forma, os elementos em  $Q^* = [q^*_{ij}]$  refletem a quantidade de produtos e resíduos ecológicos  $i$  associada à entrega de um real da produção da indústria  $j$  para a demanda final direta e indiretamente.

Para a modelagem preliminar, os elementos ecológicos foram calibrados na matriz brasileira de insumo-produto estimada pelo Núcleo de Economia Regional e Urbana da USP – NEREUS (2018), com base em Guilhoto e Sesso Filho (2005) e Guilhoto *et al.* (2010). A partir dessa matriz pretende-se calibrar e estimar a matriz inter-regional de insumo-produto (incluindo dados estimados para as regiões da Chapada Diamantina, Bahia e Brasil) de forma a analisar as especificidades e interrelações econômico-ecológicas entre as regiões da Chapada Diamantina, restante da Bahia e restante do Brasil.

## 6 RESULTADOS PRELIMINARES

### 6.1 Impactos diretos, indiretos e totais da utilização de mercadorias ecológicas associadas à cafeicultura

A aplicação do modelo de análise descrito na seção 5.2, permitiu estimar as matrizes de fluxos físicos das mercadorias ecológicas, ou seja, o uso de insumos e geração de subprodutos e resíduos, considerando os impactos diretos, indiretos e totais resultantes das interrelações entre os setores econômicos brasileiros para o ano de 2018. Na Tabela 5 apresentam-se os impactos diretos (extraídos da matriz de coeficientes de insumos ecológicos, *R*), ou seja, as quantidades físicas de insumos necessárias para suprir a demanda por insumos intermediários, dentro do próprio setor, no ano de 2018. Observando essa Tabela, é possível verificar a quantidade de insumos requerida por unidade monetária de produção, por setor econômico.

**Tabela 5 - Insumos, ecológicos e não ecológicos, impactos diretos, Brasil, 2018**

INSUMOS ECOLÓGICOS	IMPACTOS DIRETOS (Matriz R)																		
	Água m³/s	Solo ha	Adubos <sup>1</sup> toneladas				Agrotóxicos <sup>2</sup> toneladas				Energia (GWh)	Combustíveis <sup>3</sup> 1000 m³							
			I	II	III	IV	I	II	III	IV		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1 Café em grão	0,017	92,0	152,2	15,3	1,5	14,6	0,09	0,35	0,09	0,03	0,018	6,6	13,1	0,0	4,5	0,8	19,0	0,0	0,00
2 Agricultura	0,069	173,0	105,1	9,7	11,6	14,5	0,14	0,56	0,14	0,05	0,046	5,1	10,1	0,0	3,5	0,6	14,7	0,0	0,00
3 Pecuária	0,000	915,0	42,1	3,6	4,3	5,3	0,03	0,11	0,03	0,01	0,065	6,6	13,1	0,0	4,5	0,8	19,0	0,0	0,00
4 Produção florestal, pesca e aquicultura	0,000	326,5	19,3	1,6	2,0	2,4	0,01	0,04	0,01	0,00	0,041	4,5	8,9	0,0	3,1	0,5	12,9	0,0	0,00
5 INDUSTRIA EXTRATIVA	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,212	16,0	31,6	0,0	10,9	1,9	45,8	0,0	0,00
6 Outros produtos alimentares	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,031	1,2	2,3	0,0	0,8	0,1	3,3	0,0	0,00
7 Refino de petróleo e coquearias	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,068	0,3	0,6	0,0	0,2	0,0	0,9	0,0	0,00
8 Fabricação de biocombustíveis	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,044	3,8	7,5	0,0	2,6	0,5	10,9	0,0	0,00
9 Fabricação de químicos	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,084	2,1	4,2	0,0	1,4	0,3	6,1	0,0	0,00
10 Fabricação de defensivos	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,080	0,6	1,1	0,0	0,4	0,1	1,6	0,0	0,00
11 Fabricação de máquinas e equip.	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,031	0,3	0,5	0,0	0,2	0,0	0,7	0,0	0,00
12 OUTRAS INDUSTRIAS	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,977	31,6	62,6	0,0	21,6	3,8	90,8	0,0	0,01
13 Manutenção de máquinas e equip.	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,028	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,00
14 Energia elétrica e outras utilidades	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,010	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
15 Água, esgoto e gestão de resíduos	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,020	2,3	4,5	0,0	1,5	0,3	6,5	0,0	0,00
16 Construção	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,007	1,7	3,3	0,0	1,2	0,2	4,8	0,0	0,00
17 Comércio de veículos	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,011	0,6	1,2	0,0	0,4	0,1	1,7	0,0	0,00
18 Comércio atacado e a varejo	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,015	1,1	2,2	0,0	0,8	0,1	3,2	0,0	0,00
19 Transporte terrestre	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,023	15,8	31,3	0,0	10,8	1,9	45,4	0,0	0,00
20 OUTROS TRANSPORTES	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,044	8,4	16,7	1,1	5,8	1,0	24,2	159,9	0,00
21 Armazenamento e correio	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,024	1,6	3,1	0,0	1,1	0,2	4,5	0,0	0,00
22 Intermediação financeira	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,019	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
23 Serviços de arquitetura e engenharia	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,018	1,4	2,7	0,0	1,0	0,2	4,0	0,0	0,00
24 Aluguéis não-imobiliários	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,028	3,2	6,4	0,0	2,2	0,4	9,2	0,0	0,00
25 Administração pública	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,053	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	0,00
26 Organizações associativas e outros	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,006	0,1	0,3	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,00
27 OUTROS SERVIÇOS	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,100	26,0	51,4	0,0	17,8	3,1	74,6	0,0	0,01
<b>TOTAL</b>	<b>0,1</b>	<b>1506,5</b>	<b>319</b>	<b>30</b>	<b>19</b>	<b>37</b>	<b>0,3</b>	<b>1,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>4,1</b>	<b>141</b>	<b>279</b>	<b>1,1</b>	<b>96</b>	<b>17</b>	<b>405</b>	<b>160</b>	<b>0,04</b>

<sup>1</sup> **Adubos:** I. Calcário, II. Nitrogênio (N), III. Fosfato (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), IV. Potássio (K<sub>2</sub>O),

<sup>2</sup> **Agrotóxicos:** I. Inseticidas, II. Herbicidas, III. Fungicidas e Bactericidas, IV. Outros pesticidas

<sup>3</sup> **Combustíveis:** I. Etanol, II. Gasolina C, III. Gasolina de aviação, IV. GLP, V. Óleo combustível, VI. Óleo diesel, VII. Querosene de aviação VIII. Querosene iluminante

Fonte: Elaborado pelos autores

Constata-se, que para cada unidade monetária equivalente a bens produzidos no país, estima-se uma vazão de consumo de água por setor em 0,1m<sup>3</sup>/s, área útil disponível ao setor agropecuário (1.506,5ha), nutrientes primários: calcário (319ton), nitrogênio (30ton), fósforo (19ton), potássio (37ton); agrotóxicos: inseticidas (0,3ton), herbicidas (1,1ton), fungicidas e bactericidas (0,3ton), outros pesticidas (0,1ton); energia elétrica (4,1Gwh) e combustíveis: etanol (141 mil m<sup>3</sup>), gasolina C (279 mil m<sup>3</sup>), gasolina de aviação (1,1 mil m<sup>3</sup>), GLP (96 mil m<sup>3</sup>), óleo combustível (17 mil m<sup>3</sup>), óleo diesel (405 mil m<sup>3</sup>), querosene de aviação (160 mil m<sup>3</sup>), querosene iluminante (0,04 mil m<sup>3</sup>), considerando a produção nacional.

No caso da cafeicultura, nota-se que para cada unidade monetária relativa ao valor da produção de café no Brasil foram requeridos 0,017m<sup>3</sup>/s de água, 92 hectares de área cultivada, em adubos: 52,2; 15,3; 1,5 e 14,6 toneladas de calcário, nitrogênio, fósforo e potássio, em agrotóxicos: 0,09; 0,35; 0,09 e 0,03 toneladas de inseticidas, herbicidas, fungicidas e bactericidas, outros pesticidas, respectivamente, além de 0,018 Gwh de energia elétrica e 6,6; 13,1; 4,5; 0,8 e 19 mil m<sup>3</sup> de etanol, gasolina C, GLP, óleo combustível, óleo diesel, respectivamente.



Os impactos totais revelam o efeito multiplicador das relações intersetoriais na economia, o uso de insumos ecológicos e dos diversos insumos e mercadorias econômicas a fim de atender à demanda dos setores econômicos. Essas informações estão detalhadas e podem ser analisadas individualmente, por setor econômico, Tabela 6. Verifica-se que a cada unidade monetária equivalente à produção nacional no ano de 2018, considerando as relações intersetoriais (Tabela 6), foram requeridos 0,3m<sup>3</sup>/s de água, 2.552 hectares de área, 608; 57; 50 e 76 toneladas de calcário, nitrogênio, fósforo e potássio; 0,6; 2,5; 0,6 e 0,2 toneladas de inseticidas, herbicidas, fungicidas e bactericidas e outros pesticidas; 259; 512; 1,4; 177; 31; 743; 202 e 0,1 mil m<sup>3</sup> de etanol, gasolina C, gasolina de aviação, GLP, óleo combustível, óleo diesel, querosene de aviação e querosene iluminante, respectivamente, além de 6,2 Gwh de energia elétrica.

Os impactos indiretos, que captam apenas o uso dos insumos decorrente das relações intersetoriais, retirando o efeito das demandas dentro do próprio setor, estão descritos na Tabela 7. Estes impactos revelam a intensidade das relações econômicas entre os setores econômicos e quais destes setores demandariam maior quantidade de insumos intermediários (e ecológicos) para atender à produção de bens econômicos.

Para cada unidade monetária da produção nacional do ano de 2018 foi requerido, indiretamente, o consumo/utilização de 0,2m<sup>3</sup>/s de água, 1045 hectares de área, 290; 27; 31 e 39 toneladas de calcário, nitrogênio, fósforo e potássio; 0,4; 1,4; 0,4 e 0,1 toneladas de inseticidas, herbicidas, fungicidas e bactericidas e outros pesticidas; 118; 233; 0,3; 80; 14; 338; 42 e 0,03 mil m<sup>3</sup> de etanol, gasolina C, gasolina de aviação, GLP, óleo combustível, óleo diesel, querosene de aviação e querosene iluminante, respectivamente, além de 2,1 Gwh de energia elétrica.

**Tabela 8 - Subprodutos e resíduos, ecológicos e não ecológicos, impactos diretos, Brasil, 2018**

PRODUTOS/RESÍDUOS ECOLÓGICOS	IMPACTOS DIRETOS (Matriz Q)																							
	Água m3/s	Veg. ha	Resíduos (cafeicultura) <sup>1</sup> toneladas									Emissões <sup>2</sup> toneladas												
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1 Café em grão	0,01	91,9	69	4,8	121	35	5,8	69	28	11	4.534.206	216	1,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
2 Agricultura	0,01	172,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	1.520	1,4	0,6	14	0,1	0,8	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
3 Pecuária	0,00	914,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	4.805	91	1,9	0,4	0,1	0,6	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
4 Produção florestal, pesca e aquicultura	0,00	326,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	-13.914	38	1,3	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
5 INDÚSTRIA EXTRATIVA	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	70	0,0	0,0	0,4	11	0,3	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
6 Outros produtos alimentares	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	11	0,0	0,0	0,7	0,0	0,2	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
7 Refino de petróleo e coqueiras	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	131	0,7	0,0	0,2	0,0	1,2	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
8 Fabricação de biocombustíveis	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	39	0,5	0,0	29	3,9	1,4	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
9 Fabricação de químicos	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	138	0,1	0,0	0,1	0,4	0,3	0,000	0,0000	0,001	0,00	0,03	0,00	0,0000
10 Fabricação de defensivos	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	52	0,0	0,0	0,1	4,8	0,0	0,000	0,0000	0,001	0,00	0,02	0,00	0,0000
11 Fabricação de máquinas e equip.	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	20	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,01	0,00	0,0000
12 OUTRAS INDÚSTRIAS	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	1.164	1,6	0,0	25	36	2,6	0,001	0,0000	0,000	0,00	0,01	0,00	0,0001
13 Manutenção de máquinas e equip.	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
14 Energia elétrica e outras utilidades	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	148	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
15 Água, esgoto e gestão de resíduos	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	1.071	37	0,1	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
16 Construção	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
17 Comércio de veículos	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
18 Comércio atacado e a varejo	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
19 Transporte terrestre	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	451	0,1	0,0	2,8	0,4	2,5	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
20 OUTROS TRANSPORTES	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	986	0,1	0,0	1,8	0,5	1,7	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
21 Armazenamento e correio	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
22 Intermediação financeira	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
23 Serviços de arquitetura e engenharia	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
24 Aluguéis não-imobiliários	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
25 Administração pública	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
26 Organizações associativas e outros	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
27 OUTROS SERVIÇOS	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	370	3,9	0,0	1,7	2,6	0,4	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
<b>TOTAL</b>	<b>0,02</b>	<b>1.505,9</b>	<b>69</b>	<b>4,8</b>	<b>121</b>	<b>35</b>	<b>5,8</b>	<b>69</b>	<b>28</b>	<b>11</b>	<b>4.534.206</b>	<b>-2.717</b>	<b>175</b>	<b>4,5</b>	<b>91</b>	<b>62</b>	<b>27</b>	<b>0,001</b>	<b>0,00004</b>	<b>0,002</b>	<b>0,01</b>	<b>0,07</b>	<b>0,01</b>	<b>0,0001</b>

<sup>1</sup> **Resíduos (cafeicultura):** I. Polpa, II. Mucilagem, III. Casca, IV. Pergaminho, V. Pele prateada (Palha), VI. Grãos defeituosos e imaturos, VII. Borra (Café em pó), VIII. Borra (Café solúvel), IX. Água residual (ARC)

<sup>2</sup> **Emissões de GEE's:** I. CO<sub>2</sub>, II. CH<sub>4</sub>, III. N<sub>2</sub>O, IV. CO, V. COVNM's, VI. Nox, VII. CF<sub>4</sub>, VIII. C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, IX. HFC-32, X. HFC-125, XI. HFC-134a, XII. HFC-143a, XIII. SF<sub>6</sub>

Fonte: Elaborado pelos autores

Quanto aos resultados em termos de geração de subprodutos e resíduos ecológicos, em termos de impactos diretos (matriz de coeficientes de produtos/resíduos ecológicos Q), os resultados setoriais e totais estão descritos na Tabela 8. Verifica-se uma vazão de retorno de 0,02m<sup>3</sup>/s de água e 1.505,9 hectares de



vegetação nativa decorrentes da vazão de consumo de água e da área de preservação legal equivalente à utilizada na produção nacional, respectivamente, no ano de 2018.

Em termos de resíduos da produção de café no Brasil, para o mesmo período, foram gerados, 69; 5; 121; 35; 6; 69; 28 e 11 toneladas de polpa, mucilagem, casca, pergaminho, pele (ou palha), grãos defeituosos e imaturos, borra (café em pó) e borra (café solúvel), respectivamente, e 4.534.206 litros de água residual, considerando a produção nacional. No caso das emissões/remoções de gases do efeito estufa foram retiradas 2.717 toneladas de CO<sub>2</sub>, e emitidos 175; 4; 91; 62; 27; 0,001; 0,00004; 0,002; 0,001; 0,07; 0,001 e 0,0001 de toneladas de CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO, COVNM's, NO<sub>x</sub>, CF<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, HFC-32, HFC-125, HFC-134a, HFC-143a, SF<sub>6</sub>, respectivamente, por unidade monetária de produção no país em 2018.

No que se refere aos impactos totais (matriz coeficientes de impacto total – Q\*), considerando os efeitos das relações intersetoriais, como resultado da produção nacional para o ano de 2018, houve uma vazão de retorno total de 0,05m<sup>3</sup>/s de água aos corpos hídricos e a preservação de 2.551 hectares de vegetação nativa equivalentes à vazão de consumo de água e à área em hectares utilizada (não destinada legalmente à preservação) no ano de 2018 (Tabela 9).

**Tabela 9- Subprodutos e resíduos, ecológicos e não ecológicos, impactos totais, Brasil, 2018**

PRODUTOS/RESÍDUOS ECOLÓGICOS	IMPACTOS TOTAIS (Matriz Q*)																							
	Água m <sup>3</sup> /s	Veg. ha	Resíduos (cafeicultura) <sup>1</sup> toneladas								#ano IX	Emissões <sup>2</sup> toneladas												
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
1 Café em grão	0,01	98,7	69	4,8	121	35	5,8	69	28	11	4.542.374	302	1,4	0,3	0,6	0,4	0,2	0,000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
2 Agricultura	0,01	182,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	781	1.588	2,1	0,6	1,5	0,8	1,1	0,000	0,00000	0,000	0,00	0,01	0,00	0,0000
3 Pecuária	0,00	974,5	0,2	0,0	0,4	0,1	0,0	0,2	0,1	0,0	14.194	5.043	96	2,1	1,8	0,6	1,0	0,000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
4 Produção florestal, pesca e aquicultura	0,00	353,4	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2.882	-14.640	40	1,4	0,4	0,2	0,2	0,000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
5 INDÚSTRIA EXTRATIVA	0,00	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.851	385	1,4	0,0	2,8	1,4	2,2	0,000	0,00000	0,000	0,00	0,01	0,00	0,0000
6 Outros produtos alimentares	0,00	65,2	1,6	0,1	2,8	0,8	0,1	1,6	0,6	0,2	104.057	540	2,6	0,2	5,1	0,7	0,9	0,000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
7 Refino de petróleo e coqueiros	0,00	7,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.112	285	1,2	0,0	2,5	1,6	2,0	0,000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
8 Fabricação de biocombustíveis	0,00	88,7	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	6.522	822	2,5	0,3	3,6	4,5	2,2	0,000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
9 Fabricação de químicos	0,00	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	593	244	0,6	0,0	0,8	1,0	0,8	0,000	0,00000	0,001	0,00	0,03	0,00	0,0000
10 Fabricação de defensivos	0,00	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.326	161	0,6	0,0	0,8	5,8	0,4	0,000	0,00000	0,001	0,00	0,03	0,00	0,0000
11 Fabricação de máquinas e equip.	0,00	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	271	102	0,4	0,0	1,0	2,7	0,3	0,000	0,00000	0,000	0,00	0,01	0,00	0,0000
12 OUTRAS INDÚSTRIAS	0,02	658,9	0,4	0,0	0,8	0,2	0,0	0,4	0,2	0,1	28.716	4.677	57	2,0	6,5	5,3	1,3	0,001	0,00006	0,001	0,01	0,06	0,01	0,0002
13 Manutenção de máquinas e equip.	0,00	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	255	57	0,3	0,0	0,6	0,9	0,2	0,000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
14 Energia elétrica e outras utilidades	0,00	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	121	251	0,2	0,0	0,4	0,5	1,1	0,000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
15 Água, esgoto e gestão de resíduos	0,00	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	141	1.128	38	0,1	0,3	0,3	0,2	0,000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
16 Construção	0,00	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	289	75	0,6	0,0	1,0	0,9	0,3	0,000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
17 Comércio de veículos	0,00	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	185	35	0,3	0,0	0,4	0,8	0,1	0,000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
18 Comércio atacado e a varejo	0,00	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	448	65	0,4	0,0	0,6	0,3	0,3	0,000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
19 Transporte terrestre	0,00	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	367	585	0,5	0,1	3,9	1,2	3,4	0,000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
20 OUTROS TRANSPORTES	0,00	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	590	1.123	0,7	0,0	2,8	1,3	1,8	0,000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
21 Armazenamento e correio	0,00	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	141	51	0,4	0,0	0,4	0,2	0,2	0,000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
22 Intermediação financeira	0,00	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	106	13	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
23 Serviços de arquitetura e engenharia	0,00	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	375	27	0,2	0,0	0,4	0,2	0,1	0,000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
24 Aluguéis não-imobiliários	0,00	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	161	26	0,2	0,0	0,4	0,2	0,1	0,000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
25 Administração pública	0,00	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	388	37	0,7	0,0	0,2	0,1	0,1	0,000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
26 Organizações associativas e outros	0,00	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.189	77	0,9	0,0	0,4	0,2	0,2	0,000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
27 OUTROS SERVIÇOS	0,00	78,2	0,2	0,0	0,3	0,1	0,0	0,2	0,1	0,0	11.425	1.070	15	0,3	2,3	5,9	2,3	0,000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
<b>TOTAL</b>	<b>0,05</b>	<b>2.551</b>	<b>72</b>	<b>5,0</b>	<b>126</b>	<b>36</b>	<b>6,0</b>	<b>72</b>	<b>29</b>	<b>11</b>	<b>4.720.863</b>	<b>4.129</b>	<b>264</b>	<b>7,7</b>	<b>165</b>	<b>99</b>	<b>51</b>	<b>0,001</b>	<b>0,00007</b>	<b>0,004</b>	<b>0,02</b>	<b>0,2</b>	<b>0,01</b>	<b>0,0002</b>

<sup>1</sup> **Resíduos (cafeicultura):** I. Polpa, II. Mucilagem, III. Casca, IV. Pergaminho, V. Pele prateada (Palha), VI. Grãos defeituosos e imaturos, VII. Borra (Café em pó), VIII. Borra (Café solúvel), IX. Água residual (ARCO)

<sup>2</sup> **Emissões de GEE's:** I. CO<sub>2</sub>, II. CH<sub>4</sub>, III. N<sub>2</sub>O, IV. CO, V. COVNM's, VI. Nox, VII. CF<sub>4</sub>, VIII. C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, IX. HFC-32, X. HFC-125, XI. HFC-134a, XII. HFC-143a, XIII. SF<sub>6</sub>

Fonte: Elaborado pelos autores

Do processamento do café comercializado e consumido no período foram gerados 72; 5; 126; 36; 6; 72; 29 e 11 toneladas de polpa, mucilagem, casca, pergaminho, pele (ou palha), grãos defeituosos e imaturos, borra (café em pó) e borra (café solúvel), respectivamente, e 4.729.863 de litros de água residual, considerando a produção nacional. No que se refere aos gases do efeito estufa foram emitidos 4.129; 264; 8; 165; 99; 51; 0,001; 0,0001; 0,004; 0,02; 0,2; 0,01 e 0,0002 toneladas de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO, COVNM's, NO<sub>x</sub>, CF<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, HFC-32, HFC-125, HFC-134a, HFC-143a, SF<sub>6</sub>, respectivamente. Os resultados setoriais e totais estão descritos na Tabela 9, e os impactos indiretos na Tabela 10.

Os resultados expostos mostram a intensidade de uso de insumos e geração de produtos/resíduos ecológicos considerando a dinâmica setorial do café brasileiro para o ano de 2018. No que se refere aos resultados gerados a partir das mercadorias ecológicas que compõem a matriz M foi possível observar as magnitudes de distribuição e uso dos insumos ecológicos relacionada à produção total de cada setor

econômico (impactos diretos – matriz R) e como essas magnitudes se distribuem entre os demais setores da economia quando se considera as relações intersetoriais de produção (impactos totais – matriz R\*).

**Tabela 10-** Subprodutos e resíduos, ecológicos e não ecológicos, impactos indiretos, Brasil, 2018

PRODUTOS/RESÍDUOS ECOLÓGICOS	IMPACTOS INDIRETOS (Matriz Q <sup>2</sup> - Q)																							
	Água m <sup>3</sup> /s	Veg. ha	Resíduos (cafeicultura) <sup>1</sup>									Emissões <sup>2</sup>												
			toneladas									toneladas												
SETORES			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
1 Café em grão	0,00	6,8	0,1	0,0	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	8.168	86	0,4	0,0	0,6	0,4	0,2	0,0000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
2 Agricultura	0,00	9,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	781	67	0,7	0,0	0,8	0,6	0,3	0,0000	0,00000	0,000	0,00	0,01	0,00	0,0000
3 Pecuária	0,00	59,9	0,2	0,0	0,4	0,1	0,0	0,2	0,1	0,0	14.194	238	5,1	0,2	1,4	0,5	0,4	0,0000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
4 Produção florestal, pesca e aquicultura	0,00	27,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2.882	-726	2,8	0,1	0,4	0,2	0,2	0,0000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
5 INDÚSTRIA EXTRATIVA	0,00	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.851	315	1,4	0,0	2,4	2,5	1,9	0,0000	0,00000	0,000	0,00	0,01	0,00	0,0000
6 Outros produtos alimentares	0,00	65,2	1,6	0,1	2,8	0,8	0,1	1,6	0,6	0,2	104.057	529	2,5	0,2	4,4	0,7	0,7	0,0000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
7 Refino de petróleo e coquearias	0,00	7,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.112	154	0,6	0,0	2,3	1,6	0,9	0,0000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
8 Fabricação de biocombustíveis	0,00	88,7	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	6.522	783	1,9	0,3	7,0	0,6	0,8	0,0000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
9 Fabricação de químicos	0,00	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	593	106	0,5	0,0	0,7	0,7	0,6	0,0000	0,00000	0,000	0,00	0,01	0,00	0,0000
10 Fabricação de defensivos	0,00	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.326	108	0,6	0,0	0,8	1,0	0,4	0,0000	0,00000	0,000	0,00	0,01	0,00	0,0000
11 Fabricação de máquinas e equip.	0,00	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	271	82	0,4	0,0	1,0	0,9	0,3	0,0000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
12 OUTRAS INDÚSTRIAS	0,02	658,9	0,4	0,0	0,8	0,2	0,0	0,4	0,2	0,1	28.716	3.513	56	2,0	40	18	10	0,0003	0,00002	0,001	0,00	0,05	0,00	0,0000
13 Manutenção de máquinas e equip.	0,00	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	255	56	0,3	0,0	0,6	0,9	0,2	0,0000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
14 Energia elétrica e outras utilidades	0,00	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	121	103	0,2	0,0	0,3	0,5	0,5	0,0000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
15 Água, esgoto e gestão de resíduos	0,00	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	141	57	0,6	0,0	0,3	0,3	0,2	0,0000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
16 Construção	0,00	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	289	75	0,6	0,0	1,0	0,9	0,3	0,0000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
17 Comércio de veículos	0,00	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	185	35	0,3	0,0	0,4	0,8	0,1	0,0000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
18 Comércio atacado e a varejo	0,00	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	448	64	0,4	0,0	0,6	0,3	0,3	0,0000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
19 Transporte terrestre	0,00	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	367	134	0,4	0,0	1,1	0,8	0,8	0,0000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
20 OUTROS TRANSPORTES	0,00	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	590	137	0,6	0,0	1,0	0,7	1,3	0,0000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
21 Armazenamento e correio	0,00	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	141	51	0,4	0,0	0,4	0,2	0,2	0,0000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
22 Intermediação financeira	0,00	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	106	13	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
23 Serviços de arquitetura e engenharia	0,00	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	375	27	0,2	0,0	0,4	0,2	0,1	0,0000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
24 Aluguéis não-imobiliários	0,00	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	161	26	0,2	0,0	0,4	0,2	0,1	0,0000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
25 Administração pública	0,00	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	388	36	0,7	0,0	0,2	0,1	0,1	0,0000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
26 Organizações associativas e outros	0,00	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.189	77	0,9	0,0	0,4	0,2	0,2	0,0000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
27 OUTROS SERVIÇOS	0,00	78,2	0,2	0,0	0,3	0,1	0,0	0,2	0,1	0,0	11.425	700	11	0,2	5,5	3,3	1,9	0,0000	0,00000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0000
<b>TOTAL</b>	<b>0,03</b>	<b>1.045</b>	<b>2,8</b>	<b>0,2</b>	<b>5,0</b>	<b>1,4</b>	<b>0,2</b>	<b>2,8</b>	<b>1,2</b>	<b>0,4</b>	<b>186.657</b>	<b>6.847</b>	<b>89</b>	<b>3,3</b>	<b>74</b>	<b>37</b>	<b>23</b>	<b>0,0004</b>	<b>0,00003</b>	<b>0,002</b>	<b>0,01</b>	<b>0,1</b>	<b>0,01</b>	<b>0,0001</b>

<sup>1</sup> Resíduos (cafeicultura): I. Polpa, II. Mucilagem, III. Casca, IV. Pergaminho, V. Pele prateada (Palha), VI. Grãos defeituosos e imaturos, VII. Borra (Café em pó), VIII. Borra (Café solúvel), IX. Água residual (ARC)

<sup>2</sup> Emissões de GEE's: I. CO<sub>2</sub>, II. CH<sub>4</sub>, III. N<sub>2</sub>O, IV. CO, V. COVM's, VI. Nox, VII. CF<sub>4</sub>, VIII. C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, IX. HFC-32, X. HFC-125, XI. HFC-134a, XII. HFC-143a, XIII. SF<sub>6</sub>

Fonte: Elaborado pelos autores

Os impactos totais ficam evidentes, por exemplo, nas magnitudes por unidade monetária dos insumos solo, adubos e agrotóxicos, utilizados exclusivamente pelos setores da produção agropecuária, florestal, pesca e aquicultura, mas, em termos de impactos totais se distribuem, majoritariamente, entre os setores ligados à atividade industrial, revelando as quantidades físicas de insumos equivalentes ao consumo de produtos primários pelos setores que compõem a indústria nacional.

As estimativas dos subprodutos e resíduos que compõem a matriz N mostram os resultados em ativos ecológicos, biomassa e descartes (tratáveis e/ou poluentes) associados à produção dos setores econômicos (impactos diretos). Quanto aos impactos totais, é interessante notar que os resíduos inerentes à produção cafeeira produzem impacto associado aos setores da Pecuária; Outros produtos alimentares, Fabricação de biocombustíveis, Outras indústrias e Outros serviços, demonstrando por meio dos fluxos físicos por tipo de resíduos, o impacto ambiental latente associado ao consumo intersetorial do café. Ressalta-se que as quantidades físicas estimadas com base nas estimativas econômicas da produção brasileira de 2018 são úteis para a discussão sobre as possibilidades de racionalização do uso, no caso dos insumos, e de preservação, reaproveitamento, redução e/ou tratamento dos subprodutos e resíduos gerados

Na perspectiva de ampliação do escopo metodológico e desagregação regional do modelo proposto, pretende-se simular cenários acerca de eventos recentes (pandemia do Covid-19, entre outros) que possam ter causado efeitos diversos sobre a atividade econômica e setores específicos (cafeicultura brasileira) para assim sugerir determinadas medidas (choques) e verificar seus impactos sobre os setores econômicos e sua dinâmica econômico-ecológica relativa às variáveis (mercadorias ecológicas) em estudo.

Esses resultados podem contribuir para fortalecer e consolidar estudos com embasamento teórico nos conceitos da Economia Ecológica e Bioeconomia, ao contribuir com novas fontes de informações e instrumentos metodológicos capazes de promover novas perspectivas de enfrentamento das questões

norteadoras em estudos e aplicações de interesse convergente na área de economia e meio ambiente, especialmente em um setor econômico, neste caso da cafeicultura, contribuição importante nas análises no âmbito do debate da sustentabilidade ambiental em determinada atividade econômica.

## 7 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

A elaboração da matriz insumo-produto ambiental para descrever a estrutura da produção do café em sua dinâmica de interação econômico-ecológica foi sistematizada de maneira preliminar. O detalhamento dos coeficientes relativos aos fluxos físicos e monetários entre os elementos econômicos e ecológicos que compõem a estrutura da matriz a ser desagregada regionalmente permitirá a elaboração de cenários simulando alternativas de interação entre estes de forma a potencializar impactos positivos e minimizar os negativos no âmbito da gestão interna do sistema produtivo.

As primeiras estimativas da matriz de insumo produto ambiental para a cafeicultura revelam as estimativas de insumos e produtos ecológicos requeridos/gerados, bem como dos resíduos associados à produção da economia brasileira e cafeeira em suas relações intersetoriais. As estimativas e análises que serão realizadas a partir da ampliação do escopo metodológico permitirão evidenciar o potencial deste método em avaliar o impacto ambiental associado à produção setorial e nacional fomentando, além da análise dos indicadores tradicionais de insumo produto numa perspectiva ambiental, a discussão sobre o aproveitamento/tratamento de resíduos a partir de estimativas da produção econômica de determinada(s) região(ões) em um período específico, em nosso caso a produção brasileira para o ano de 2018.

Os resultados preliminares estimados estão sendo refinados, tanto na delimitação quanto na estimação de outros elementos ecológicos a serem considerados como também o próprio modelo de análise, buscando incorporar mais elementos da estrutura de análise do modelo Isard-Victor, a fim de ampliar o potencial explicativo dos choques a serem implementados para observar os efeitos intersetoriais e inter-regionais de eventos recentes sobre a atividade econômica. Além dos indicadores de insumo-produto consolidados na literatura, os impactos (econômico-ecológicos) estimados neste estudo poderão ser demonstrados em termos de fluxos físicos dos elementos ecológicos na dinâmica intersetorial da atividade econômica em cada delimitação regional em análise.

Após os resultados consolidados pretende-se elaborar documentos técnicos didáticos e/ou artísticos culturais direcionados a produtores, gestores públicos e comunidade de interesse, com a finalidade de promover conscientização sobre limites ambientais e consumo responsável; valorizar o saber local das comunidades alcançadas pela pesquisa oportunizando seu acesso tanto ao processo de pesquisa quanto aos seus resultados bem como subsidiar a ação de órgãos públicos e outros atores sociais no gerenciamento dos serviços ecossistêmicos identificados na pesquisa.

Espera-se, também, que a produção de conhecimento aprofundado acerca dos impactos relativos à interação econômico-ecológica do sistema de produção de café, seja utilizado para o recorte de cafés especiais, aplicado à região da Chapada Diamantina, Bahia, haja vista o crescimento de áreas com cafeicultura nesses moldes e pela paisagem local de grande apelo ecológico. Dessa forma, espera-se construir proposição de alternativas de gerenciamento por parte dos atores locais visando a racionalização dos resultados econômicos e ampliação dos benefícios sociais e ambientais da atividade.

## 7 REFERÊNCIAS

- BARBOSA, M. DE O. *et al.* Bioeconomia: Um novo caminho para a sustentabilidade na Amazônia? **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, p. e41101018545, 5 ago. 2021.
- BRIZGA, J.; FENG, K.; HUBACEK, K. Household carbon footprints in the Baltic States: A global multi-regional input–output analysis from 1995 to 2011. **Applied Energy**, v. 189, p. 780–788, 2017.
- CASTELÃO, R. A. **Análise econômica-ambiental no Estado de Mato Grosso do Sul a partir da matriz insumo-produto**. Tese de Doutorado. Campo Grande, MS: Universidade Anhanguera - Uniderp, 2018.
- CHEN, S.; CHEN, B. Urban energy consumption: Different insights from energy flow analysis, input-output analysis and ecological network analysis. **Applied Energy**, v. 138, p. 99–107, 5 jan. 2015.

- COSTA, F. D. A. *et al.* **Bioeconomia da sociobiodiversidade no estado do Pará**. Brasília, DF: The Nature Conservancy (TNC Brasil), Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), Natura, 2021.
- ECHEVERRIA, M. C.; NUTI, M. Valorisation of the Residues of Coffee Agro-industry: Perspectives and Limitations. **The Open Waste Management Journal**, v. 10, n. 1, p. 13–22, 2017.
- ESTEVES, E. G. Z.; ALVES, A. F.; SESSO FILHO, U. A. Análise da decomposição estrutural da emissão de CO<sub>2</sub>: 1995 a 2009. **Análise**, v. 38, n. No. 42, 2017.
- GALLAUD, D.; LAPERCHE, B. **Circular Economy, Industrial Ecology and Short Supply Chain**. [s.l.] John Wiley & Sons, 2016. v. 4
- GUILHOTO, J. J. M. *et al.* Matriz de Insumo-Produto do Nordeste e Estados: Metodologia e Resultados (Input-Output Matrix of the Brazilian Northeast Region: Methodology and Results). **SSRN Electronic Journal**, 1 dez. 2010.
- GUILHOTO, J. J. M.; SESSO FILHO, U. A. Estimaco da Matriz Insumo-Produto a Partir de Dados Preliminares das Contas Nacionais. **Economia Aplicada**, v. 9, n. 2, p. 277–299, 2005.
- HADDAD, P. R. **Economia regional : teorias e métodos de análise**. Fortaleza: BNB/ETENE, 1989.
- IBGE. **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. A geografia do café: dinâmica territorial da produo agropecuária**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.
- IBGE, I. B. DE G. E E. **IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ba.html>>. Acesso em: 21 out. 2021.
- ISARD, W. *et al.* On the linkage of socio-economic and ecologic systems. *In: Papers of the Regional Science Association*. [s.l.] Springer-Verlag, 1968. p. 79–99.
- MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-Output Analysis: foundations and extensions**. [s.l.] Cambridge University Press, 2009.
- NEREUS. **NÚCLEO DE ECONOMIA REGIONAL E URBANA DA USP. Sistema de Matrizes de Insumo-Produto para o Brasil 2018 - 68 setores**. [s.l.] NEREUS, 2018. Disponível em: <<http://www.usp.br/nereus/?fontes=dados-matrizes>>. Acesso em: 1 dez. 2021.
- ROMEIRO, A. R. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. **Estudos Avanados**, v. 26, n. No. 74, p. 65–92, 2012.
- SILLANPÄÄ, M.; NCIBI, C. **A sustainable bioeconomy: The green industrial revolution**. [s.l.] Springer International Publishing, 2017.
- SILVA, A. V.; GIUNTI, O. D. **Tcnico em cafeicultura: cafeicultura agroecolgica**. 1. ed. Muzambinho, MG: IFSul de Minas , 2014.
- VICTOR, P. A. **Economics of Pollution**. [s.l.] Macmillan International Higher Education, 1972.
- WANG, S.; CHEN, B. Energy–water nexus of urban agglomeration based on multiregional input–output tables and ecological network analysis: A case study of the Beijing–Tianjin–Hebei region. **Applied Energy**, v. 178, p. 773–783, 15 set. 2016.
- ZHANG, Y. *et al.* Urban energy flow processes in the Beijing-Tianjin-Hebei (Jing-Jin-Ji) urban agglomeration: Combining multi-regional input-output tables with ecological network analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 114, p. 243–256, 15 fev. 2016.