

Impactos Ambientais dos Teleacoplamentos do Sistema de Consumo Urbano de Alimentos Orgânicos

Anelise Schmitz ^I
Elaine Jordan ^{II}
Tatiana Maria Cecy Gadda ^{III}

Resumo: O sistema de alimentação produz impactos ambientais que não são evidentes para o consumidor final, especialmente em relação às distâncias percorridas. O objetivo da pesquisa foi avaliar os teleacoplamentos urbanos e os impactos ambientais a partir do cálculo do consumo energético e das emissões ambientais dos produtos alimentícios orgânicos. Por meio de quantitativos, distâncias, perdas e análise dos teleacoplamentos, mediram-se as emissões de Gases de Efeito Estufa - GEE, a pegada energética e a pegada de carbono dos alimentos orgânicos comercializados na CEASA/PR, Curitiba. As emissões representaram baixo impacto ao meio ambiente, pois a maior quantidade de orgânicos transportada origina-se de locais de produção que se situam na Região de Curitiba. O estudo evidencia um padrão de consumo privilegiando o alimento produzido nas regiões adjacentes ao comércio, de modo saudável e seguro, que deve estar associado a maior consciência dos impactos ambientais decorrentes das distâncias percorridas.

Palavras-chave: Teleacoplamentos; Pegada Energética; Pegada de Carbono; Gases de Efeito Estufa; Orgânicos.

^I Universidade Tecnológica Federal do Paraná e Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.

^{II} Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.

^{III} Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.

São Paulo. Vol. 26, 2023

Artigo Original

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20220018r2vu2023L2AO>

Introdução

Os produtos orgânicos oferecem atributos positivos relacionados à proteção do meio ambiente, pois não utilizam agrotóxicos, insumos geneticamente modificados ou aditivos sintéticos. Todavia, a sociedade, muitas vezes desconhece a procedência e os impactos ambientais associados ao seu deslocamento (JORDAN; GADDA, 2020). Entende-se que as distâncias e as conexões entre envio e recebimento de produtos alimentícios são necessárias para enfrentar os desafios de abastecimento da crescente população. Adicionalmente, deve-se melhorar a rastreabilidade, reduzir as emissões de GEE e as distâncias entre as transferências nos sistemas teleacoplados (MCCORD; TONINI; LIU, 2018; JORDAN; GADDA, 2020).

O teleacoplamento pode ser definido como o conjunto das interações entre a produção, o consumo e os fluxos dos sistemas naturais, que permite a observação de impactos econômicos, sociais e ambientais de atores situados a longas distâncias entre si (tele), mas que estão de alguma forma conectados (acoplados) (HULL; LIU, 2018; MCCORD; TONINI; LIU, 2018). A estrutura de teleacoplamento é composta por cinco componentes inter-relacionados: sistemas, agentes, fluxos, causas e efeitos (SUN; YU-XIN; LIU, 2017). Como consequência global do controle das integrações nos sistemas teleacoplados, destaca-se a melhoria na segurança alimentar dos produtos consumidos pela população e a proteção do meio ambiente (FANG et al., 2016; HULL; LIU, 2018; MCCORD; TONINI; LIU, 2018). Deste modo, um consumo mais adequado às condições de biocapacidade do planeta demanda uma perspectiva sistêmica de gestão de fluxos e recursos. Afinal, os efeitos dos teleacoplamentos não são exclusivos de locais específicos, e podem ocorrer em toda a esfera terrestre. Isto implica em repensar o que está sendo consumido de forma inadequada e diminuir os impactos ambientais globais (DÍAZ et al., 2018).

Estudar as interações decorrentes dos teleacoplamentos permite reavaliar a relação dos indivíduos com o meio ambiente. Potencialmente contribui, por exemplo, para avançar a agenda relacionada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial os objetivos: 2- Fome Zero e Agricultura Sustentável; 11- Comunidades e Cidades Sustentáveis; 12- Consumo e Produção Responsáveis; e 13- Ação contra a mudança global do clima (ONU, 2013).

Embora os orgânicos passem uma mensagem de produtos isentos de impactos, esta premissa não é verdadeira. Há impactos em diferentes etapas da cadeia produção-consumo e transporte de alimentos orgânicos. Nesse sentido, a problemática da pesquisa foi delimitada em analisar os impactos dos teleacoplamentos envolvidos na comercialização de orgânicos, motivada pelo estudo de Jordan e Gadda (2020).

A pesquisa coloca luz sobre as procedências dos orgânicos, suas respectivas distâncias e impactos ambientais e pode ser replicada com base em indicadores de outras localidades, trazendo às políticas públicas uma abordagem do uso e ocupação do solo e distâncias percorridas até o mercado consumidor. Pesquisas de teleacoplamentos que tragam cálculos de emissão dos transportes são incipientes na literatura. Desta forma, este estudo se propõe a ser uma contribuição para o estado da arte das metodologias de avaliação de teleacoplamentos trazendo as estimativas das emissões de transporte.

O objetivo deste artigo foi avaliar os teleacoplamentos entre o sistema de envio e recebimento, a partir do cálculo das emissões ambientais e do consumo energético do transporte, e da pegada energética e de carbono de orgânicos comercializados na Central de Abastecimento do Paraná S/A – CEASA de Curitiba, PR.

Referencial teórico

Teleacoplamentos

O comércio internacional conecta regiões distantes por meio de fluxos de produtos, informações e capitais. Para lidar com os desafios da sustentabilidade e questões socioeconômicas dessas interconexões, surgiu o conceito de teleacoplamento, que visa rastrear fluxos. Este é elaborado a partir das conexões inseridas numa abordagem humano-natural acoplado entre diferentes sistemas, classificando-os como envio, recebimento e transbordo (SILVA et al., 2019). Desta forma, muitos dos estudos existentes sobre teleacoplamentos se concentram em mapear os fluxos e áreas de produção e perdas de cobertura vegetal, por exemplo, Mccord; Tonini; Liu (2018); Yao; Hertel; Taheripour (2018); e Yao et al. (2020).

Contudo, trabalhos da área vêm incorporando análises quantitativas dos impactos. Há estudos do metabolismo global da biomassa que investigam fluxos dos sistemas, para a compreensão da inter-relação das mudanças em um lugar, com impactos refletidos em outro lugar. Um exemplo é a avaliação de teleacoplamentos incorporada aos fluxos de comércio, por meio das pegadas ambientais (BRUCKNER et al., 2015). Os estudos existentes são poucos e se limitam a calcular a pegada por território e ainda são ausentes de uma visão mais detalhada dos impactos.

Os teleacoplamentos são multiescalares e multidimensionais, envolvendo aspectos biofísicos, sociais, econômicos, políticos ou ambientais, seja em nível global, nacional, regional ou local. Compreendem tanto sistemas humanos, quanto sistemas naturais, promovendo a interconexão real, a possibilidade de formulação de cenários e a conexão em distâncias (HULL; LIU, 2018). Sua estrutura é disposta com a finalidade de fornecer clareza aos desafios de sustentabilidade global (MCCORD; TONINI; LIU, 2018). Podem ser combinados nas interações da natureza humana ao longo de distâncias, tais como o comércio de alimentos e a indústria do turismo (YAO et al., 2020).

A análise dos teleacoplamentos pode ser realizada por métodos multirregionais de entrada e saída (YAO; HERTEL; TAHERIPOUR, 2018). Do ponto de vista dos sistemas de energia, que incluem produção, conversão, transporte, distribuição e utilização de energia, os teleacoplamentos são essenciais na sociedade moderna. A sua estrutura é interdisciplinar, representando oportunidades para compreensão mais abrangente da sustentabilidade (FANG et al., 2016).

Bruckner et al. (2015) fornecem uma visão geral estruturada e avaliação comparativa de métodos existentes de contabilidade para calcular a pegada ambiental, comparando métodos para medir impactos nos teleacoplamentos no sistema terrestre global. No estudo concluem que os métodos de contabilidade disponíveis apresentam deficiências, que são atribuídas principalmente ao produto, cobertura e detalhes da cadeia de abastecimento.

Os autores sugerem o aperfeiçoamento de contabilização das pegadas, destacando a transparência na estrutura de avaliações.

Jordan e Gadda (2020) analisaram as distâncias do teleacoplamento das frutas orgânicas certificadas comercializadas no Mercado Municipal de Curitiba/PR e afirmaram que muitas vezes as frutas orgânicas certificadas percorrem longos percursos para chegar do seu ponto de origem ao ponto de destino, representando assim, um impacto ambiental.

A análise de teleacoplamento permite uma avaliação sistemática da sustentabilidade em diferentes escalas. Contudo são ainda escassos os estudos que trazem análises quantitativas numa escala subnacional. Os autores Deines, Liu e Liu (2016) debruçaram-se no estudo de teleacoplamentos no abastecimento de água urbana vislumbrando a sustentabilidade futura da água, determinada por fatores climáticos e sociais, como população, economia, política e desenvolvimento tecnológico. Na pesquisa de Yao et al. (2020) foi avaliada a escassez de água e a pobreza nas terras áridas da China, mediram a pegada hídrica e os efeitos do comércio de hortaliças na escassez hídrica e na renda. Este modelo pode ser usado para desenvolver regiões áridas, gerir os recursos naturais e reduzir a pobreza demonstrando o potencial de metodologias quantitativas para contribuir em políticas públicas.

Impactos Ambientais em múltiplas escalas

O cenário de impactos globais e locais afeta a biodiversidade e os ecossistemas. Atualmente vários são os fatores que trazem impacto negativo ao meio ambiente, entre eles, as queimadas, o consumo excessivo de água, a produção massiva de monoculturas e a baixa rotatividade de culturas para a produção de alimentos do agronegócio (RAJÃO et al., 2020). Ainda, pode-se destacar o transporte com suas emissões de GEE e o efeito “ilha de calor” das cidades. Por outro lado, os impactos positivos se ressaltam, quando ocorre a transferência e abastecimento de alimentos de forma mais equitativa, melhor distribuição de valor e interações próximas entre os locais de produção e consumo (MC-CORD; TONINI; LIU, 2018).

Neste sentido, os ODS se destacam como um “apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas possam desfrutar de paz e de prosperidade” (ONU, 2013). A partir deste viés e com o propósito de contemplar os ODS é necessário analisar os padrões de consumo. Este poderá ser calculado por meio de métodos de computação das pegadas ambientais, que são ferramentas para quantificar os impactos gerados pelos hábitos de consumo. Elas contabilizam os fluxos de matéria e energia que entram e saem de um sistema econômico, convertendo-os em área correspondente da superfície do planeta requerida para sustentar esse sistema.

Assim, entre as pegadas ambientais, a pegada de carbono é definida como a totalidade de emissões de GEE, associada a uma organização, atividade ou produto. Já a pegada energética quantifica a energia incorporada dos produtos, desde sua extração, transformação da matéria-prima em componente acabado, consumo, perdas ou descarte (COSTA, 2008; BECKER et al., 2012; ALVES, 2013; FERREIRA, 2018). Os impactos

causados pelas emissões de GEE provocam o aumento na frequência e na intensidade de eventos climáticos extremos. Uma forma para se avaliar os possíveis impactos sobre o meio ambiente, requer a identificação do consumo, por exemplo, de energia, necessária na produção de vegetais (BRONDANI, 2014).

Em Pequim, na China, os fornecedores locais de alimentos passaram a adotar uma forma alternativa de abastecimento. Existe um ambiente amigável que visa a segurança alimentar por meio de um relacionamento pessoal entre o fornecedor e o consumidor local. Enquanto as conexões se tornam mais próximas e as interações se tornam mais frequentes, há a promoção de uma comunidade em prol do desenvolvimento sustentável (LIU, 2018).

Estudos de teleacoplamentos relacionados ao fluxo de “commodities” evidenciam que estas, ao mesmo tempo que contribuem com o rápido crescimento econômico, estão associadas a danos ambientais e significativos impactos na segurança alimentar (MCCORD; TONINI; LIU, 2018; OZTURK, 2015).

A transformação rumo à sustentabilidade equitativa exige o alinhamento do consumo dos alimentos. A escassez de energia e de recursos hídricos prejudicam a segurança alimentar, os GEE acarretam danos ao meio ambiente e à saúde das pessoas (LUCENA; MASSUIA, 2021). No trabalho precursor de Houghton, Callander e Varney (1992) sobre os impactos nocivos dos GEE por veículos automotores no transporte, destacam-se:

- a) Óxidos de Nitrogênio (NO_x) são gases nocivos para o sistema respiratório;
- b) Metano (CH₄) é um gás com pouca solubilidade em água e se torna uma mistura explosiva quando adicionado ao ar;
- c) Compostos Orgânicos Voláteis Não Metano (NMVOC) são carcinógenos e podem levar à leucemia por exposição prolongada;
- d) Monóxido de Carbono (CO) é um gás poluente e contribui para maior retenção de calor urbano;
- e) Óxido Nitroso (N₂O) é um dos principais gases contribuintes para a intensificação do efeito estufa e aquecimento global;
- f) Dióxido de carbono (CO₂) é o principal gás responsável pelo aquecimento global e que faz subir a temperatura do planeta.

Estes GEE estão presentes no Inventário Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes do Paraná que traz estimativas de emissões veiculares geradas por ano para diversas regiões do Estado. Destaca-se que a cidade de Curitiba computou as seguintes emissões de GEE: CO (62457 ton/ano); NO_x (5525 ton/ano); RCHO - Aldeídos (336 ton/ano); NMVOC (24146 ton/ano); CH₄ (397 ton/ano); MP - Material Particulado (793 ton/ano); SO_x - Óxidos de Enxofre (553 ton/ano) (IAP, 2013). Recentemente o Plano Municipal de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas (2020), que visa o comprometimento da cidade de Curitiba em reduzir os GEE, contabilizou cerca de 3.505.046 toneladas de Dióxido de Carbono Equivalente (CO₂e). O perfil das emissões aponta que o setor transporte representa a maior contribuição (66,6%), seguido do setor energia estacionária (22,6%) e do setor de resíduos (10,8%).

Alimentos orgânicos

Na visão dos consumidores, o consumo de alimentos orgânicos está associado ao apelo saudável e a um ambiente sustentável, ligado principalmente à redução do uso de agrotóxicos (GUIVANT, 2003). Os preços dos orgânicos representam uma dificuldade importante à sua acessibilidade. As dificuldades relatadas por empresas que produzem e comercializam orgânicos estão atreladas a fatores como: o escoamento da produção e vida de prateleira dos produtos; o descompasso entre fornecimento e oferta; à demanda por processados; e a relação de confiança na veracidade do produto orgânico (DAVID; GUIVANT, 2020).

Apesar das dificuldades, a alta demanda levou a um crescimento médio anual no Brasil de 19% de unidades de produção orgânica, sendo que o número de produtores orgânicos registrados cresceu 17% e as unidades de produção orgânica certificadas cresceram de 5 mil para 22 mil, entre 2010 e 2018. A área ocupada pela produção orgânica, em 2017, ultrapassou 1,13 milhão de hectares (0,4% da área agricultável brasileira) com mais de 15 mil produtores (LIMA et al., 2020). A região Sul do Brasil é aquela que mais consome orgânicos (23%), seguida pelo Nordeste (20%), Sudeste (19%), Centro-Oeste (17%) e Norte (14%). A compra de orgânicos está bastante relacionada aos produtos frescos (ORGANIS, 2019).

Se destacam nesse cenário, a criação de empresas de agricultura de subsistência que trabalham com orgânicos, objetivando melhorar a cadeia de produção orgânica brasileira no mercado dos pequenos e médios produtores (ORGANICSNET, 2020). Os orgânicos estão ganhando espaço na CEASA/PR, Curitiba, onde acontece a feira de orgânicos de produtores da Região Metropolitana (CEASA/PR, 2020). A CEASA visa aprimorar a comercialização e distribuição de produtos hortigranjeiros no Brasil. Pode ser compreendida como o local onde se concentram produtores, comerciantes e compradores dos produtos (DOSSA; DENCK, 2018).

O Projeto de Lei nº 438/2019 que está em tramitação no Estado do Paraná, propõe que a Região Metropolitana de Curitiba seja livre de agrotóxicos (BRASIL, 2019). Nesse sentido, os produtos tendem a ter, no futuro, uma maior rastreabilidade desde sua produção até o consumidor final, para assim, se obter o melhor controle dos orgânicos.

Marsden, Banks, Bristow (2000) advogam pela importância de políticas que promovam novos arranjos, alternativos ao modelo agroalimentar industrial, a partir do relacionamento entre produtores e consumidores, e de um novo significado de qualidade alimentar a partir da preferência por alimentos locais, regionais e naturais.

Procedimentos metodológicos

Nesta pesquisa foram investigados os alimentos orgânicos comercializados na CEASA/PR, Curitiba. Visou-se uma contribuição metodológica para avaliar o processo de teleacoplamento e seus impactos ambientais, por meio do cálculo dos GEE, da pegada energética e da pegada de carbono. Isto porque, constatou-se que na literatura sobre teleacoplamento não é trivial a abordagem quantitativa das emissões ambientais para o

transporte.

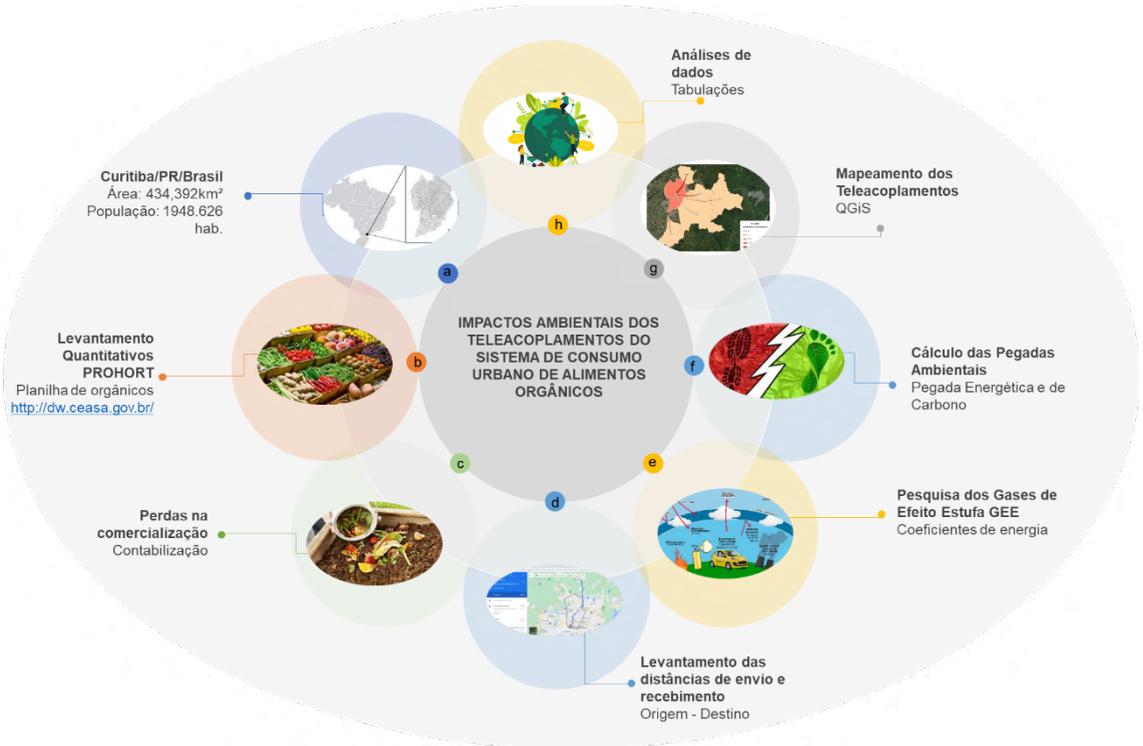
Cabe salientar que Curitiba, capital do PR, possui uma área total de 434,892 km², uma população estimada de 1.948.626 habitantes (IBGE, 2020) e situa-se na Bacia do Alto Iguaçu.

O desenvolvimento da pesquisa contemplou as atividades (Figura 1): (a) definição da área de estudo; (b) levantamento de quantitativos de comercialização da base de dados do Programa Brasileiro de Modernização do Mercado Hortigranjeiro (PROHORT) dos orgânicos da Ceasa/PR/Curitiba; (c) quantitativo das perdas associadas à comercialização; (d) levantamento das distâncias entre origens e destinos dos produtos orgânicos pelo aplicativo Google Maps; (e) pesquisa dos GEE e definição dos coeficientes de energia, em MJ/kg, e de emissões de CO₂, em KgCO₂/kg; (f) cálculo das pegadas energética e de carbono; (g) mapeamento dos teleacoplamentos no software QGIS e (h) tabulação e análise dos resultados.

A aquisição dos dados foi obtida através da base da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), que contém dados de comercialização das CEASAS, no portal do PROHORT, disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/hortigranjeiros-prohort>. Foi realizada uma pesquisa classificatória contendo as quantidades de alimentos orgânicos (em kg), por origem (escala municipal), cujo destino é a CEASA/PR, Curitiba, entre de janeiro a outubro de 2020.

A partir dos dados extraídos da consulta da PROHORT, procedeu-se a criação de uma compilação, contemplando a identificação dos orgânicos e suas respectivas quantidades (kg), as perdas associadas ao transporte (%), as distâncias entre origem e destino (km) extraídas através do google maps, o consumo energético para o transporte entre envio e recebimento (MJ), as emissões de CO₂ no transporte (g), o cálculo da pegada energética (MJ) e de carbono (kgCO₂).

Figura 1 – Fluxograma da metodologia proposta



Fonte: Os autores. 2021.

As perdas dos produtos orgânicos no mercado varejista foram estimadas de acordo com referências extraídas de Tofanelli et al. (2009); Cristofoli et al. (2014) e ABRAS (2019). A partir da identificação dos municípios de origem dos orgânicos que chegam a CEASA Curitiba foi possível obter a quilometragem associada ao transporte através do google maps. Para o consumo energético do transporte dos orgânicos (Equação 1) foi considerado o indicador médio de consumo de combustível no transporte de carga estimado por Reis (1999) apud Kuhn (2006) e também citados por Schmitz, Libraga e Sattler (2020), para veículos rodoviários pesados movidos a diesel (consumo médio de um caminhão com 3 eixos de $0,78 \times 10^{-3} \text{MJ/kg.km}$), com o objetivo de apresentar a pior situação de energia consumida.

$$\text{Consumo energético (MJ)} = (\text{consumo teórico (kg)} + \text{perda (\%)}) \times \text{distância (km)} \times \text{coeficiente de consumo } (0,78 \times 10^{-3} \text{ MJ/kg.km}) \quad (1)$$

Posteriormente, calculou-se a emissão de cargas ambientais dos GEE (Equação 2), tendo em vista que o consumo energético associado ao transporte está diretamente

relacionado à massa transportada e à distância percorrida. Os fatores estimados de emissão de poluentes foram considerados de acordo com Intergovernmental Panel on Climate Change (1996b) apud Kuhn (2006), com base em veículos pesados para os seguintes fatores de emissão de GEE: NO_x (1,0g/MJ); CH₄ (0,006g/MJ); NMVOC (0,2g/MJ); CO (0,9g/MJ); N₂O (0,003g/MJ); e CO₂ (74g/MJ).

$$\text{Carga ambiental de GEE (g)} = \text{consumo energético (MJ)} \times \text{fator de emissão (g/MJ)} \quad (2)$$

Não foram encontradas referências atuais que trouxessem a informação de g/MJ de poluente (grama por Megajoule), que incluíam a quantidade, quilometragem e o impacto do transporte. Por isso, as estimativas consideradas neste estudo são relativamente mais altas se comparadas às emissões atuais, pois os veículos modernos possuem tecnologias mais avançadas e emitem menos poluentes.

Para o cálculo das pegadas ambientais, foram pesquisados os coeficientes de consumo de energia e de emissão de CO₂, através do consumo de Megajoule por quilograma (MJ/kg) e das emissões de quilograma de Dióxido de Carbono (Gás Carbônico) por quilograma kgCO₂/kg. Os coeficientes associados ao consumo de energia (MJ/kg) e emissões de dióxido de carbono (kgCO₂/kg) foram estimados com base em coeficientes unitários encontrados em referências internacionais, como: González et al. (2011); Flores et al. (2016); Eriksson e Spångberg (2017) e Song (2017).

No que se refere à pegada energética, os coeficientes encontrados nas referências foram todos convertidos para a unidade de Megajoules por quilogramas (MJ/kg). Posteriormente, foram obtidos os quantitativos totais de energia, em unidades de MJ, para cada categoria de orgânico. A pegada energética é representada na Equação 3.

$$\text{Pegada energética (MJ)} = \text{Coeficiente unitário de energia (MJ/kg)} \times (\text{consumo teórico (kg)} + \text{perda (\%)}) \quad (3)$$

Quanto à pegada de carbono, os coeficientes obtidos junto à literatura foram convertidos para a unidade de quilogramas de gás carbônico por quilograma (kgCO₂/kg), e assim foi possível calcular a pegada de carbono (Equação 4), em unidades de kgCO₂, para cada categoria de orgânico. Como já mencionado, devido à falta de informações e dados relativos às emissões de carbono e consumo de energia em referências nacionais, esses dados foram acessados em estudos realizados em outros países.

$$\text{Pegada de carbono (kgCO}_2\text{)} = \text{Coeficiente unitário de carbono (kgCO}_2\text{/kg)} \times (\text{consumo teórico (kg)} + \text{perda (\%)}) \quad (4)$$

Ressalta-se que o consumo energético e as emissões do transporte (Equações 1 e

2) se complementam, porém, independem dos valores da pegada energética e de carbono do processo de cultivo dos alimentos (Equações 3 e 4).

Foi realizada a análise total das pegadas, referindo-as à área territorial e ao número de habitantes. Como consequência foi possível avaliar o impacto ambiental dos teleacoplamentos dos alimentos orgânicos da Ceasa de Curitiba.

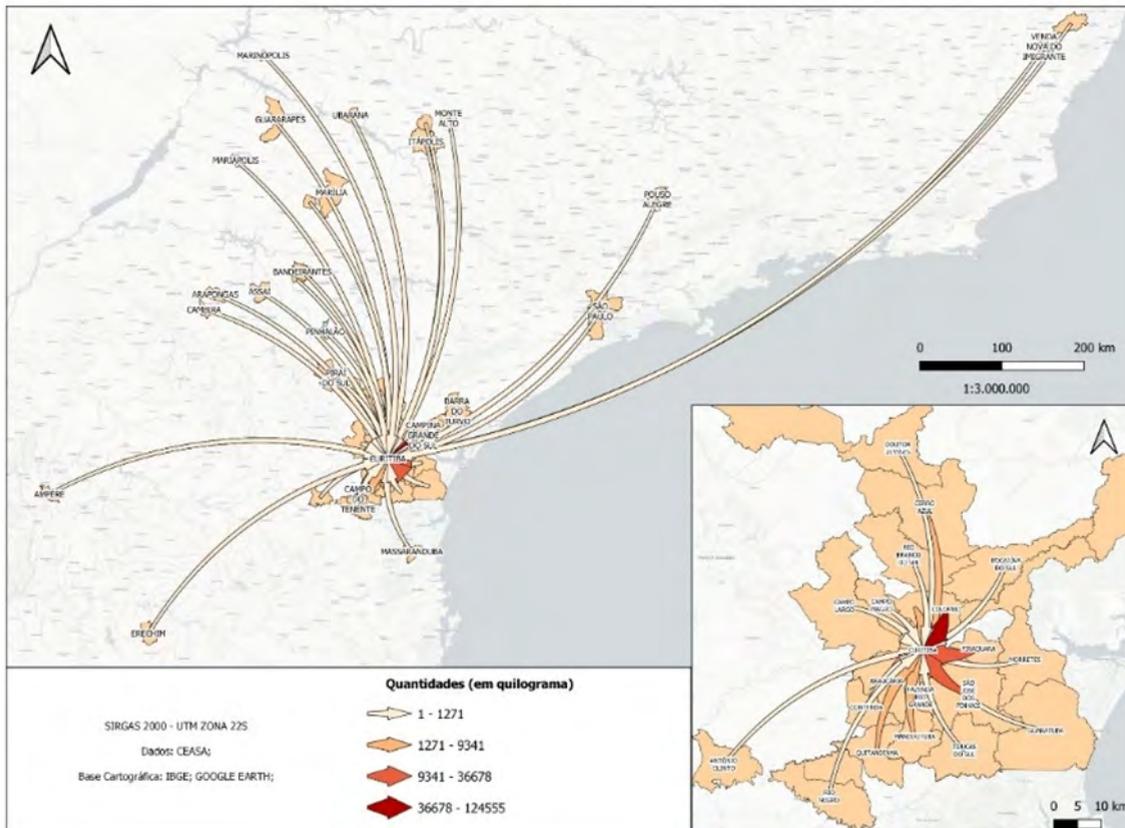
O mapeamento dos teleacoplamentos foi realizado no software de georreferenciamento QGIS e aplicadas as distâncias e volumes entre o sistema envio e recebimento dos teleacoplamentos. Desconsiderou-se a distância crítica de municípios que enviaram quantidades relativamente pequenas de alimentos orgânicos para Curitiba.

Resultados

Foram identificados dezoito produtos orgânicos comercializados na CEASA/PR/ Curitiba: abóbora, abobrinha, alface, berinjela, beterraba, brócolis, cebola, cenoura, chuchu, couve-flor, escarola, espinafre, morango, pimentão, repolho, rúcula, tomate e vagem. A quantidade em quilogramas (kg) por origem-destino e a quantidade total entre as cidades e unidade de federação de procedência dos orgânicos também foram classificadas (Figura 2).

Destaca-se a identificação de quarenta e seis cidades de procedência e cinco unidades de federação: Paraná, São Paulo, Rio Grande do Sul, Minas Gerais e Espírito Santo. Considerou-se as cidades de Colombo, Piraquara, Mandrituba, Morretes e São José dos Pinhais mais representativas no sentido de maior envio de quantitativos por tipo até a cidade de recebimento.

Figura 2 – Teleacoplamentos de orgânicos CEASA/PR Curitiba



Fonte: Os autores. 2021.

Os cinco orgânicos no ranking dos mais consumidos em função da quantidade apresentada no PROHORT (2020) foram a alface, o tomate, a vagem, a abobrinha e a rúcula. Os demais quantitativos são identificados na tabela 1. Salienta-se que, se considerados o consumo teórico somado às perdas, ao processo de envio e recebimento, pode ser contabilizado o aumento dos quantitativos.

Tabela 1 – Quantitativos e distâncias entre envio-recebimento

Tipo ¹	Quantidade (Kg) ¹	Perda (%) ²	Perda (kg)	Consumo teórico + perda (kg)	Distância (km) ³	Localidade origem (distância crítica) ¹	Consumo energético total (MJ) ⁴
Abóbora	777	0,7	5,44	782,44	20	Colombo, PR	12,21
Abobrinha	17589	10,0	1758,90	19347,90	20	Colombo, PR	301,83
Alface	98061	15,8	15493,64	113554,64	20	Colombo, PR	1771,45
Berinjela	2185	25,5	557,18	2742,18	20	Colombo, PR	42,78
Beterraba	3642	10,2	371,48	4013,48	20	Colombo, PR	62,61
Brócolis	26	25,5	6,63	32,63	20	Colombo, PR	0,51
Cebola	3024	6,1	184,46	3208,46	20	Colombo, PR	50,05
Cenoura	5172	10,9	563,75	5735,75	43	Mandirituba, PR	192,38
Chuchu	65	8,3	5,40	70,40	69	Morretes, PR	3,79
Couve-flor	7496	28,6	2143,86	9639,86	20	Colombo, PR	150,38
Escarola	8	15,8	1,26	9,26	15	São José dos Pinhais, PR	0,11
Espinafre	8	15,8	1,26	9,26	15	São José dos Pinhais, PR	0,11
Morango	51	13,7	6,99	57,99	20	Colombo, PR	0,90
Pimentão	33	13,5	4,46	37,46	43	Mandirituba, PR	1,26
Repolho	5802	19,1	1108,18	6910,18	20	Colombo, PR	107,80
Rúcula	10606	15,8	1675,75	12281,75	29	Piraquara, PR	277,81
Tomate	40940	14,6	5977,24	46917,24	20	Colombo, PR	731,91
Vagem	28108	25,5	7167,54	35275,54	20	Colombo, PR	550,30

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020. Baseado em:

¹ PROHORT ano de 2020. <http://dw.ceasa.gov.br/>

² Tofanelli et al. (2009); Cristofoli et al. (2014) e ABRAS (2019)

³ Google maps: <https://www.google.com.br/maps>

⁴ Consumo energético de um caminhão semipesado com 3 eixos (consumo energético = $0,78 \times 10^3$ MJ/kg.km) multiplicado pela distância percorrida e pelo peso teórico.

Quanto ao consumo energético gasto no transporte em MJ, os mesmos cinco orgânicos ficaram em destaque no consumo energético. O consumo energético pode ser considerado menos expressivo na comercialização de escarola (0,11 MJ), espinafre (0,11 MJ) e morango (0,90 MJ).

As emissões da combustão medidas em gramas (g) visualizam-se na tabela 2. O

NO_x corresponde a emissão de 4258,18g; o CH₄ corresponde a 25,55g; os NMVOC produziram 851,64 g, o CO emitido foi de 3832,36 g; o N₂O resultou em 12,77 g e o CO₂ em 315105,27 g.

Tabela 2 – Emissões medidas em (g) no transporte sistema envio-recebimento

Produto transportado	NO _x	CH ₄	NMVOC	CO	N ₂ O	CO ₂
Abóbora	12,21	0,07	2,44	10,99	0,04	903,25
Abobrinha	301,83	1,81	60,37	271,64	0,91	22.335,22
Alface	1771,45	10,63	354,29	1594,31	5,31	131.087,47
Berinjela	42,78	0,26	8,56	38,50	0,13	3.165,57
Beterraba	62,61	0,38	12,52	56,35	0,19	4.633,17
Brócolis	0,51	0,00	0,10	0,46	0,00	37,67
Cebola	50,05	0,30	10,01	45,05	0,15	3.703,85
Cenoura	192,38	1,15	38,48	173,14	0,58	14.235,90
Chuchu	3,79	0,02	0,76	3,41	0,01	280,36
Couve-flor	150,38	0,90	30,08	135,34	0,45	11.128,25
Escarola	0,11	0,00	0,02	0,10	0,00	8,02
Espinafre	0,11	0,00	0,02	0,10	0,00	8,02
Morango	0,90	0,01	0,18	0,81	0,00	66,94
Pimentão	1,26	0,01	0,25	1,13	0,00	92,96
Repolho	107,80	0,65	21,56	97,02	0,32	7.977,11
Rúcula	277,81	1,67	55,56	250,03	0,83	20.558,17
Tomate	731,91	4,39	146,38	658,72	2,20	54.161,26
Vagem	550,30	3,30	110,06	495,27	1,65	40.722,08
TOTAL	4258,18	25,55	851,64	3832,36	12,77	315.105,27

Fonte: Os autores, 2020. Com base em emissão de poluentes do Intergovernmental Panel on Climate Change (1996b) apud Kuhn (2006).

A massa total dos 18 orgânicos movimentados no período foi de 260,63 ton. Com base nos cálculos, os coeficientes correspondentes às pegadas de energia e de carbono, possibilitaram identificar: um total de energia consumida de 521.522,4 MJ; e um o total de emissões de dióxido de carbono somando 65.291,86 kg. Na Tabela 3, constam os resultados obtidos.

Tabela 3 – Quantitativos e contribuições das pegadas energética e de carbono

Produto transportado	Massa (kg)	Coefficiente unitário (MJ/kg)	Energia total (MJ)	Contribuição energética (%)	Coefficiente unitário (kgCO ₂ /kg)	Carbono total (kgCO ₂)	Contribuição de carbono (%)
Abóbora	782,44	0,96	751,14	0,14	0,09	70,42	0,11
Abobrinha	19347,90	0,96	18573,98	3,56	0,21	4063,06	6,22
Alface	113554,64	1,40	158976,50	30,48	0,13	14762,1	22,61
Berinjela	2742,18	1,97	5402,08	1,04	1,35	3701,94	5,67
Beterraba	4013,48	1,10	4414,83	0,85	0,11	441,48	0,68
Brócolis	32,63	3,60	117,47	0,02	0,37	12,07	0,02
Cebola	3208,46	1,00	3208,46	0,62	0,10	320,85	0,49
Cenoura	5735,75	0,97	5563,68	1,07	0,09	516,22	0,79
Chuchu	70,40	0,96	67,58	0,01	0,09	6,34	0,01
Couve-flor	9639,86	3,60	34703,48	6,65	0,37	3566,75	5,46
Escarola	9,26	1,40	12,97	0,00	0,47	4,35	0,01
Espinafre	9,26	1,40	12,97	0,00	0,34	3,15	0,00
Morango	57,99	2,80	162,36	0,03	0,21	12,18	0,02
Pimentão	37,46	14,50	543,10	0,10	0,94	35,21	0,05
Repolho	6910,18	1,10	7601,20	1,46	0,12	829,22	1,27
Rúcula	12281,75	1,40	17194,45	3,30	0,13	1596,63	2,45
Tomate	46917,24	3,00	140751,70	26,99	0,37	17359,38	26,59
Vagem	35275,54	3,50	123464,40	23,67	0,51	17990,53	27,55
TOTAL	260626,41		521522,40	100,00		65291,86	100,00

Fonte: Os autores, 2020. Com base nos coeficientes unitários encontrados em González et al. (2011); Flores et al. (2016); Eriksson e Spångberg (2017) e Song (2017).

Salienta-se que as maiores emissões também correspondem ao ranking dos cinco produtos mais comercializados, conforme já apresentado. Isso porque de modo global, as emissões foram proporcionais a maior quantidade e perda de produtos comercializados e transportados e suas respectivas distâncias.

O produto com a maior pegada energética, equivalente a 30,48% de toda a energia consumida, está associado ao envio e recebimento da alface. Já, em relação à pegada de carbono, a maior contribuição, equivalendo a 27,55% do total das emissões de dióxido de carbono, está associada ao envio e recebimento de vagem.

A pegada energética unitária do pimentão foi superior à dos outros orgânicos, pois foram utilizadas diferentes fontes de referências de estimativas de coeficientes e há discrepâncias encontradas na literatura para cada tipo de produto, no que diz respeito ao local, período e a técnica de produção.

A pegada energética total foi determinada, principalmente por impactos verificados por alface, tomate, vagem, couve-flor, abobrinha e rúcula, somadas essas contribuições correspondem a 94,65% dos orgânicos em estudo. Observa-se que há variação na contribuição de cada produto para a pegada energética, sendo que os orgânicos com maior impacto correspondem, em sua maioria, aos grupos com maior massa movimentada.

Discussões

A alface está entre um dos produtos com maior volume de comercialização no rol dos orgânicos. Mesmo vindo principalmente de localidades próximas a Curitiba, este é um vegetal altamente perecível, que precisa ser conservado, desde sua extração e durante o transporte até o consumidor final, exigindo condições apropriadas de acomodação e logística.

A pegada energética dos orgânicos resultou em 521.522,40 MJ. Considera-se que 1 MJ equivale a 0,28 kWh. Isto corresponderia a um consumo total de energia elétrica de 146.026,27 kWh no período do estudo e o consumo médio de energia elétrica de 14.602,63 kWh/mês. Comparando-se ao consumo médio de residências brasileiras de 152,2 kWh/mês (FEDRIGO et al., 2009), o teleacoplamento de orgânicos da CEASA/PR Curitiba equivaleria ao consumo energético de cerca de 96 famílias por mês.

A pegada energética por habitante residente no município, apenas para o sistema de envio e recebimento, computou em 0,27 MJ per capita. Tendo-se como base a área da cidade, o valor total resultou em 1.199,20 MJ/km² ou 335,78 kWh/km². Tais dados permitem uma caracterização inicial, na escala municipal, para comparações futuras com outras cidades ou períodos.

A cada tonelada de CO₂ seria necessária uma compensação das emissões com o plantio de cerca de 7,14 árvores (TJPR, 2022). Nesse sentido, deveriam ser plantadas aproximadamente 466 árvores para fazer o sequestro de carbono e reduzir o impacto ambiental para a carga de 65.291,86 kg de CO₂ calculados. Em relação à pegada de carbono, encontrou-se um valor de 0,03 kgCO₂ per capita. Expressa em termos de área, encontrou-se uma Pegada de Carbono de 150,13 kgCO₂/km², cuja compensação das emissões equivale ao plantio de em média uma árvore por km² para o sequestro de CO₂ emitido.

Não se pode deixar de considerar que existem outros mercados, como o mercado municipal que comercializa os orgânicos e as distâncias percorridas muitas vezes excedem distâncias intercontinentais, como evidenciado por Jordan e Gadda (2020). Ao simular-se o aumento da distância de transporte até Curitiba, com os produtos vindos de longa distância, o impacto ambiental seria potencialmente maior.

Durante a fase de coleta de dados, constatou-se haver dificuldade de obtenção de alguns dados, tanto regionalizados, quanto a nível nacional, relativos às emissões de carbono e consumo de energia. Por esta razão, houve necessidade de buscar referências de outros países e até mesmo adaptá-las à realidade local, embora nem sempre esses países reflitam a mesma experiência do Brasil na produção de orgânicos. Destaca-se que no pro-

cesso de computação das pegadas e dos GEE foram estimadas as emissões no transporte, indo além dos métodos tradicionais que calculam o impacto por estimativa de hectare.

Enfatiza-se a contribuição deste estudo pois a pesquisa sobre teleacoplamentos ainda é incipiente no Brasil. Internacionalmente, a grande maioria das pesquisas aborda a temática dos fluxos de commodities entre países. Trabalhos sobre o impacto de teleacoplamentos de alimentos orgânicos são escassos. Além disso, são raros os estudos com foco em teleacoplamentos urbanos, especialmente com abordagem quantitativa, como este estudo se propõe. Associando os estudos das emissões e das pegadas de carbono e de energia à ciência dos teleacoplamentos acredita-se que este estudo contribua para uma mais ampla abordagem dos impactos dos teleacoplamentos urbanos.

Salienta-se a relevância que estudos futuros abordem escalas temporais mais amplas para que seja possível contemplar mudanças dos impactos ambientais dos teleacoplamentos ao longo do tempo. Destaca-se também a importância de relacionar outras mudanças ambientais globais aos estudos de teleacoplamentos, como por exemplo, mudança de uso do solo. A pegada hídrica não foi computada neste estudo, mas sugere-se um olhar específico em pesquisas futuras de teleacoplamentos, tendo em vista que a produção de alimentos requer muita água para irrigação. No caso, a bacia do Alto Iguaçu, onde Curitiba se situa, é uma região que apresenta evidências de escassez hídrica e ameaça à sustentabilidade.

Considerações finais

Este trabalho teve por objetivo avaliar os impactos ambientais dos teleacoplamentos urbanos nos sistemas de envio e recebimento de alimentos orgânicos. Para isto calculou-se a pegada energética e de carbono da produção de orgânicos e o consumo energético e as emissões do transporte de orgânicos. Foram pesquisados os produtos orgânicos comercializados na CEASA/PR, Curitiba, onde foram identificados os fluxos de teleacoplamento entre envio e recebimento ao longo do ano de 2020. Foram identificados 18 tipos diferentes de alimentos orgânicos provindos de 46 cidades diferentes e cinco estados. Quanto aos dados pesquisados na plataforma do PROHORT serviram como referência para obter um olhar para o consumo e a origem destes alimentos orgânicos. Assim, foi possível realizar uma análise subnacional dos impactos ambientais relativos à distância percorrida por estes alimentos desde o local de produção até o mercado consumidor.

O estudo apontou que pode ser encontrada uma relação entre os quantitativos de massa dos itens avaliados, e os valores de pegada energética e pegada de carbono; pois quanto maior a quantidade, maior também foi a contribuição do impacto. Quanto às emissões de GEE, o NO_x correspondeu a 4.258,18 g; o CH₄ a carga de 25,55 g; os NMVOC emitiram 851,64 g, CO emitido foi de 3.832,36 g, o N₂O resultou em 12,77 g e o CO₂ foi 315.105,27 g. Estas estimativas de emissões geradas no transporte representaram taxas menores que 1%, quando comparadas às emissões anuais de Curitiba mensuradas pelo IAP (2013).

Para o período de estudo verificou-se que a pegada energética resultou 0,27 MJ per capita e o valor de 1.199,20MJ/km². Quanto à pegada de carbono, encontrou-se um valor

de 0,03 kgCO₂ e uma estimativa de 150,13 kgCO₂/km². Os tipos de pegadas associadas à área de estudo não possuem um parâmetro comparativo de referência. Portanto, pressupõe-se que essas estimativas calculadas, que derivam dos GEE, representem baixo impacto ambiental. Isto porque a maior parte dos orgânicos vem de municípios próximos, o que representa um impacto positivo. Embora o impacto exista, destaca-se que se a produção estivesse mais distante, o impacto seria negativo.

Quanto às emissões de poluentes, aponta-se que quanto maior o volume transportado e quilometragem percorridos, maior serão as emissões de GEE. Neste estudo, a alface foi o produto com maior representação na comercialização e emissões entre os orgânicos. Mas não se pode afirmar a correlação com o impacto da alface não orgânica, que demandaria outro estudo para se realizar o comparativo. O município de Colombo, fronteiro à Curitiba, é o que mais teve representatividade no processo de envio de orgânicos para a CEASA/PR Curitiba, com 55% do total transportado.

O impacto ambiental no território devido ao teleacoplamento de orgânicos, corresponde ao plantio aproximado de 466 árvores para o sequestro de emissões de carbono e o consumo transformado em energia elétrica de 14.602,63 kWh/mês para o período estudado.

Portanto, o produto orgânico, só terá realmente seu impacto reduzido se o local de consumo for próximo ao local de produção. Reduzindo as distâncias, consequentemente as pegadas ambientais e emissões de GEE relativas ao transporte também se reduzem. Esse olhar para os gastos de energia, comercialização de alimento e emissões, que representam o teleacoplamento, mostra que o consumo precisa ser mais consciente e que cada vez mais há necessidade de uma política de rastreabilidade.

Destaca-se que a mudança no padrão de consumo deve prevalecer sobre o alimento saudável e seguro e que dê preferência aos alimentos de produção local, evitando assim, o impacto negativo no sistema dos teleacoplamentos. Cabe atentar aos desperdícios e perdas que também ocorrem devido ao manuseio no sistema de envio, recebimento e transporte.

Por fim, a sugestão de uma gestão urbana e regional para sistema de alimentos, desde a produção até o consumo, o consumo alimentar planejado junto às questões energéticas e hídricas, colaborariam para as mudanças ambientais positivas e de padrão de consumo consciente, corroborando desta forma, para o atendimento dos objetivos e metas para o desenvolvimento sustentável estabelecidos pela ONU.

Referências

ABRAS - Associação Brasileira de Supermercados. Departamento de Economia e Pesquisa da ABRAS. **19ª Avaliação de perdas no varejo brasileiro de supermercados**. 2019. Disponível em: http://static.abras.com.br/pdf/perdas_atual%202019.pdf Acesso em: 26/10/2020.

ALVES, C. J. L. **Pegada de Carbono associada a eventos desportivos realizados no Estádio do Dragão**. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente. Faculdade de Engenharia da

Universidade do Porto. Portugal. 2013.

BECKER, M.; MARTINS, T. S.; CAMPOS, F; MORALES, J. C. **A Pegada Ecológica de São Paulo - Estado e Capital e a família de pegadas**. WWF-Brasil. Brasília. 2012.

BRASIL, PARANÁ. **Projeto de Lei 438/2019. Dispõe sobre a aplicação de agrotóxicos na região metropolitana de Curitiba**. 2019. Disponível em: http://portal.assembleia.pr.leg.br/modules/mod_legislativo_arquivo/mod_legislativo_arquivo.php?leiCod=84379&tipo=I. Acesso em: 26/10/2020.

BRONDANI, M. **Avaliação do ciclo de vida (ACV) da produção de bioetanol hidratado, em pequena escala: abrangência agrícola e industrial**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Processos UFSM. Santa Maria. 2014.

BRUCKNER, M.; FISCHER, G.; TRAMBEREND, S.; GILJUM, S. Measuring telecouplings in the global land system: A review and comparative evaluation of land footprint accounting methods. **Ecological Economics**. V. 114, Pg. 11–21. 2015.

CEASA/PR. **Centrais de Abastecimento do Paraná**. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. 2020. Curitiba, PR. Disponível em: <http://www.ceasa.pr.gov.br/>. Acesso em: 02 nov. 2020.

COSTA, A. C. C. **Desenvolvimento de uma metodologia expedita de cálculo da Pegada Ecológica de uma cidade – O caso de Lisboa**. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente. Universidade Técnica de Lisboa. 2008.

CRISTOFOLI, N.; ARAÚJO, M.; FREIRE, D.; MAIA, J. Estimativa das perdas de frutas e hortaliças em uma rede varejista de Fortaleza-CE. **Anais do 54º Congresso Brasileiro de Química**. Natal, Rio Grande do Norte. 2014.

DAVID, M. L.; GUIVANT, J. S. Além dos supermercados: novas estratégias no mundo dos alimentos orgânicos no Brasil. **Política & Sociedade - Florianópolis - Vol. 19 - Nº 44**. 2020.

DEINES, J. M.; LIU, X.; LIU, J. Telecoupling in urban water systems: an examination of Beijing's imported water supply. **Water International**. V. 41:2, P. 251-270. 2016.

DÍAZ, S.; PASCUAL, U.; STENSEKE, M.; MARTÍN-LÓPEZ, B.; WATSON, R. T.; MOLNÁR, Z.; HILL, R.; CHAN, K. M. A.; BASTE, I. A.; BRAUMAN, K. A.; POLASKY, S.; CHURCH, A.; LONSDALE, M.; LARIGAUDERIE, A.; LEADLEY, P. W.; OUDENHOVEN, A. P. E. VAN; PLAAT, F. VAN DER; SCHRÖTER, M.; LAVOREL, S.; AUMEERUDDY-THOMAS, Y.; BUKVAREVA, E.; DAVIES, K.; DEMISSEW, S.; ERPUL, G.; FAILLER, P.; GUERRA, C. A.; HEWITT, C.L.; KEUNE, H.; LINDLEY, S.; SHIRAYAMA, Y. Assessing nature's contributions to people. **Science**. V. 359 (6373), P.270-272. 2018.

DOSSA, D.; DENCK, D. I. **Mercado de hortifrúti da CEASA do Paraná**. Centrais de Abastecimento do Estado do Paraná-CEASA-PR. 2018.

ERIKSSON, M. & SPÅNGBERG, J. Carbon footprint and energy use of food waste management options for fresh fruit and vegetables from supermarkets. **Waste Management** 60: 786–799. 2017.

FANG B.; TAN, Y.; LI. C.; CAO, Y.; LIU, J.; SCHWEIZER, P.; SHI, H.; ZHOU, B.; CHEN, H.; HU, Z. Energy sustainability under the framework of telecoupling. **Energy**. V.106. P.253-259. 2016.

FEDRIGO, N. S.; GONÇALVES, G.; LUCAS, P. F.; GHISI, E. **Usos Finais de Energia Elétrica no Setor Residencial Brasileiro**. Relatório de Iniciação Científica. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2009.

FERREIRA, F. A. R. **Análise da pegada ambiental como função dos padrões de consumo de famílias portuguesas**. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa. Portugal. 2018.

FLORES E. D.; DELA CRUZ, R. S. M; ANTOLIN, M. C. R. Energy use and CO2 emissions of eggplant production in the Philippines. **Agricultural Engineering International: The CIGR e-journal**. 2016.

GONZÁLEZ A. D., FROSTELL, B.; CARLSSON-KANYAMA, A. Protein efficiency per unit energy and per unit Greenhouse Gas emissions: Potential contribution of diet choices to climate change mitigation. **Food Policy** 36, 562–570. 2011.

GUIVANT, J. S. Os supermercados na oferta de alimentos orgânicos: apelando ao estilo de vida ego-trip. **Ambiente & Sociedade**, v. 6, n. 2, p. 63-81, jul./dez. 2003.

HOUGHTON, J. T.; CALLANDER, B.A.; VARNEY, S.K. T. **Climate Change 1992. The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment**. University of Cambridge, USA. 1992. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ipcc_wg_I_1992_suppl_report_full_report.pdf.

HULL, V.; LIU, J. Telecoupling: A new frontier for global sustainability. **Ecology and Society**. V. 23(4): 41. 2018.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ – IAP. **Inventário Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes (MP, CO, NOX e SOX) e Proposta para Revisão e Ampliação da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar**. Andreas Grauer e Equipe. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Dados sobre o município de Curitiba, PR**. 2020. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/curitiba/panorama> >. Acesso em: 16 set. 2020.

JORDAN, E.N.; GADDA, T.M.C. Impactos dos Teleacoplamentos Urbanos das Frutas Orgânicas Certificadas. **RBCIAMB**. v.55. n.1. p.103-121. 2020.

KUHN, E. A. **Avaliação da sustentabilidade ambiental do protótipo de habitação de interesse social Alvorada**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. 2006.

LIMA, S. K.; GALIZA, M.; VALADARES, A.; ALVES F. **Produção e consumo de produtos or-**

gênicos no mundo e no Brasil. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2020.

LIU, S. Developing sustainable food consumption: a case study of localized food supply in Beijing. **Social Transformations in Chinese Societies.** Vol. 14 No. 1, pp. 29-40. 2018.

LUCENA, L. P., MASSUIA, F. M. O papel da moderna agricultura urbana de Singapura na política de segurança alimentar e na contribuição da redução de emissão de CO₂ na atmosfera. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana,** v.13, 2021.

MARSDEN, T.; BANKS, J.; BRISTOW, G. Food Supply Chain Approaches: Exploring their Role in Rural Development. **Sociologia Ruralis.** V. 40, n. 4, 2000.

MCCORD, P.; TONINI, F.; LIU, J. The Telecoupling GeoApp: A Web-GIS application to systematically analyze telecouplings and sustainable development. **Applied Geography.** V. 96 pg.16–28. 2018.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Objetivos de desenvolvimento sustentável.** 2013. Disponível em: <https://brasil.un.org/>. Acesso em: 28/10/2020.

ORGANIS. **Panorama do consumo de orgânicos no Brasil 2019.** 2019. Disponível em: <https://organis.org.br/pesquisa-consumidor-organico-2019/>. Acesso em: 02 nov. 2020.

ORGANISNET. **Rede comunitária para acesso ao mercado pelos produtores orgânicos.** 2020. Disponível em: <https://www.organicnet.com.br/>. Acesso em: 28/10/2020.

OZTURK, I. Sustainability in the food-energy-water nexus: Evidence from BRICS (Brazil, the Russian Federation, India, China, and South Africa) countries. **Energy.** V. 93. P. 999-1010. 2015.

PLANO MUNICIPAL DE MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS – **PlanClima.** Prefeitura Municipal de Curitiba. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba. 2020.

RAJÃO, R.; SOARES-FILHO, B.; NUNES, F.; BÖRNER, J.; MACHADO, L.; ASSIS, D.; OLIVEIRA, A.; PINTO, L. RIBEIRO, V.; RAUSCH, L.; GIBBS, H.; FIGUEIRA, D. The rotten apples of Brazil's agribusiness. **Science.** Vol. 369, Issue 6501, pp. 246-248. 2020.

SCHMITZ, A.; LIBRAGA, J. SATTTLER, M. A. Pegada Energética e a Pegada de Carbono da Municipalidade de Feliz/RS. **Anais do XVIII Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído - ENTAC2020.** Porto Alegre, RS. 2020.

SILVA, R. F. B. DA; BATISTELLA, M.; PALMIERIC, R.; DOUD, Y. MILLINGTON, J. D.A. Eco certification protocols as mechanisms to foster sustainable environmental practices in telecoupled systems. **Forest Policy and Economics.** V. 105. P52–63. 2019.

SON, H. **The Wathes, Land and Carbon Footprints of Different Human Diets in China.** Thesis of University the Twente. Faculty of Engineering Technology, Water Engineering and Management. 2017.

SUN, J.; YU-XIN, T.; LIU, J. Telecoupled land-use changes in distant countries. **Journal of Integrative Agriculture**, 16(2): P. 368–376. 2017.

TJPR, Tribunal de Justiça do Paraná. **Sustentabilidade. Calculadora de CO2**. Curitiba. Paraná. 2022. Disponível em: <https://www.tjpr.jus.br/web/sustentabilidade/calculadoraco2?inheritRedirect=true>. Acesso em: 16 ago. 2022.

TOFANELLI, M.B.D.; FERNANDES, M.S.; CARRIJO, N.S.; MARTINS FILHO, O.B. Levantamento de perdas em hortaliças frescas na rede varejista de Mineiros. **Horticultura Brasileira** 27: 116-120. 2009.

YAO, G.; HERTEL, T. W.; TAHERIPOUR, F. Economic drivers of telecoupling and terrestrial carbon fluxes in the global soybean complex. **Global Environmental Change**. V. 50. P. 190–200. 2018.

YAO, Y.; SUN, J.; TIAN, Y.; ZHENG, C.; LIU, J. Alleviating water scarcity and poverty in drylands through telecouplings: Vegetable trade and tourism in northwest China. **Science of the Total Environment**. V.741. 2020.

Anelise Schmitz

✉ anelise.schmitz@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3028-1320>

Submitted on: 02/03/2022

Accepted on: 22/11/2022

2023;26e:00182

Elaine Jordan

✉ elainenjordan@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6974-4110>

Tatiana Maria Cecy Gadda

✉ tatianagadda@utfpr.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7918-2104>

Impactos Ambientales de los Teleacoplamientos del Sistema de Consumo Urbano de Alimentos Orgánicos

Anelise Schmitz
Elaine Jordan
Tatiana Maria Cecy Gadda

Resumen: El sistema de alimentación produce impactos ambientales que no son evidentes para el consumidor final, especialmente en relación a las distancias recorridas. El objetivo de la investigación fue evaluar los teleacoplamientos urbanos y los impactos ambientales a partir del cálculo del consumo energético y de las emisiones ambientales de los productos alimenticios orgánicos. Mediante cuantitativos, distancias, pérdidas y de las análisis de los teleacoplamientos, se midieron las emisiones de Gases de Efecto Invernadero – GEI, la huella energética y la huella de carbono de los alimentos orgánicos comercializados en el CEASA/PR, Curitiba. Las emisiones representaron un bajo impacto al medio ambiente, pues la mayor cantidad de orgánicos transportada se origina en locales de producción que están en la Región de Curitiba. El estudio deja en evidencia un modelo de consumo que privilegia el alimento producido en las regiones aledañas al comercio, de forma saludable y segura, que debe estar asociado a una mayor conciencia de los impactos ambientales derivados de las distancias recorridas.

São Paulo. Vol. 26, 2023

Artículo original

Palabras-clave: Teleacoplamientos; Huella Energética; Huella de Carbono; Gases de Efecto Invernadero; Orgánicos.

Environmental Impacts of Telecoupling of the Urban Consumption System of Organic Foods

Anelise Schmitz
Elaine Jordan
Tatiana Maria Cecy Gadda

Abstract: The environmental impacts of the food system, especially the distances covered, are not clear to the final consumer. The aim was to evaluate and calculate the urban telecoupling and the environmental impacts and calculate the energy consumption and the environmental emissions of the organic foods. Through the calculation of quantities, distances, losses and the analysis of telecouplings, we measured Greenhouse Gas (GG) emissions, as well as the energy and carbon footprints of organic foods traded at the CEASA/PR, Curitiba. Emissions had a low environmental impact because the largest quantities of transported organics originate from production sites located within the greater Curitiba region. The study showed a consumption pattern supporting food produced in regions adjacent to the trading center in safe and healthy and safe way, which may be associated with a greater awareness of the environmental impacts resulting from the distances covered.

São Paulo. Vol. 26, 2023

Original Article

Keywords: Telecoupling; Energy Footprint; Carbon Footprint; Greenhouse Gases; Organics.