

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM AGRONEGÓCIOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

**Luiz Gustavo Lovato**

**SELOS DE CERTIFICAÇÃO PARA EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA EM  
ALIMENTOS: UM ESTUDO APLICADO A CONSUMIDORES BRASILEIROS**

**Porto Alegre**

**2020**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM AGRONEGÓCIOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

**Luiz Gustavo Lovato**

**SELOS DE CERTIFICAÇÃO PARA EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA EM  
ALIMENTOS: UM ESTUDO APLICADO A CONSUMIDORES BRASILEIROS**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios do Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Agronegócios.

Orientador: Prof. Dr. Jean Philippe Palma Révillion  
Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Daniela Callegaro de Menezes

**Porto Alegre**

**2020**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM AGRONEGÓCIOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

**Luiz Gustavo Lovato**

**SELOS DE CERTIFICAÇÃO PARA EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA EM  
ALIMENTOS: UM ESTUDO APLICADO A CONSUMIDORES BRASILEIROS**

**Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios do Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Agronegócios.**

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Eduardo de Oliveira Wilk UFPEL  
Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Kelly Lissandra Bruch UFRGS  
Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Valéria da Veiga Dias UFN  
Orientador: Prof. Dr. Jean Philippe Palma Révillion  
UFRGS  
Co-orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Daniela Callegaro de Menezes  
UFRGS

Janeiro de 2020

#### CIP - Catalogação na Publicação

Lovato, Luis Gustavo  
Selos de certificação para emissões de gases de efeito estufa em alimentos: um estudo aplicado a consumidores brasileiros / Luis Gustavo Lovato. -- 2020.

109 f.

Orientador: Jean Philippe Palma Révillion.

Coorientadora: Daniela Callegaro de Menezes.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Porto Alegre, BR-RS, 2020.

1. Comportamento do consumidor. 2. Pegada de carbono. 3. Cálculo de emissões. 4. Selos de carbono. 5. Economia de baixo-carbono. I. Palma Révillion, Jean Philippe, orient. II. Callegaro de Menezes, Daniela, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

*Aos meus pais, Marino e Salete. E à minha irmã,  
Marina.*

## AGRADECIMENTOS

Encerra-se mais um ciclo de uma trajetória que busca ser longa. E não só como um ato prático de generosidade, mas sobretudo de admissão que nada se constrói sem conexões, devo minha gratidão a muitas pessoas, que direta ou indiretamente, fizeram parte desse período que denominei “experimento de evolução pessoal”.

Agradeço aos meus pais, Marino Fortunato Lovato e Salete Ivania Paim Lovato, pelo incentivo irrestrito em buscar conhecimento e conhecer o mundo. Por não imporem a educação e sim permitirem a educação. Obrigado por não me obrigarem a ler, mas por mostrarem que é hábito corriqueiro. Os livros sempre estavam ali, a uma estante de distância.

Ao meu tio Paulo Alberto Lovato (*in memoriam*), o cientista da família, o pós-doutor, o que morava no exterior. És inspiração.

À Bárbara, pelo amor, carinho, compreensão e paciência. Muito obrigado!

Ao Anderson De César, que ao final de uma aula de viticultura, disse: “preciso de voluntários para iniciação científica”. Obrigado pela oportunidade e pelo incentivo primeiro.

Ao Dr. Celito Crivellaro Guerra, primeiro pela orientação em pesquisa científica, depois pelo coleguismo na elaboração de vinhos e sempre pela amizade. Obrigado pelo exemplo.

Ao Prof. Eduardo Giovannini, pelos ensinamentos sem fim e por indicar o CEPAN.

Ao Prof. Homero Dewes, por revelar a engrenagem acadêmica, por instigar o senso crítico e por provocar a originalidade intelectual. Parafrazeando-o, “isso reverbera e é inspirador”.

A todos os professores do CEPAN, com os quais aprendi muito e aos quais recorri, por vezes atabalhado, em busca de alternativas e sempre me deram norte.

Aos colegas e amigos que fiz no CEPAN. Nutro um respeito enorme pela trajetória de vida de todos. Obrigado pelo suporte imenso.

Ao Marcelo da Costa Borba e ao Eduardo de Oliveira Marques, parceiros na ocupação da sala do CSA, obrigado pelo apoio fraterno.

Ao pessoal do NEB-Agro, por permitirem tardes de debates científicos enriquecedores e o exercício da arguição. A construção do projeto de pesquisa deste trabalho teve a contribuição de vocês.

À banca examinadora do projeto de pesquisa: Prof<sup>a</sup>. Kelly Lissandra Bruch, Prof. Edson Talamini e Prof<sup>a</sup>. Daniela Callegaro de Menezes. Suas considerações ajudaram sobremaneira a realização deste estudo.

À Prof<sup>a</sup>. Daniela Callegaro de Menezes, por aceitar o convite para co-orientar o estudo aplicado junto aos consumidores. Obrigado pelos apontamentos objetivos e assertivos e por me apresentar às ciências sociais aplicadas.

Ao meu orientador e conselheiro Prof. Jean Philippe Palma Révillion, pela sabedoria, pela presteza, pelo entusiasmo, pela amizade, por incentivar a sorte e compartilhar as agruras na construção deste trabalho. Muito obrigado!

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos que cobriu boa parte da duração do mestrado e permitiu essa imersão acadêmica e científica.

Aos membros da banca examinadora da defesa final da dissertação, Prof. Eduardo de Oliveira Wilk, Prof<sup>a</sup> Kelly Lissandra Bruch e Prof<sup>a</sup> Valéria da Veiga Dias, por prontamente aceitarem o convite e se mostrarem dispostos a contribuir com a feitura deste trabalho.

A todos, muito obrigado!

*“The essence of dramatic tragedy is not  
unhappiness. It resides in the solemnity of the  
remorseless working of things.”*

*Alfred North Whitehead*

## RESUMO

As mudanças climáticas poderão afetar a oferta de alimentos a médio e longo prazo. A agricultura, juntamente com a pecuária e as atividades florestais responde por quase 30% das emissões de gases de efeito estufa (GEE), gerando a necessidade do desenvolvimento de uma agricultura com potencial de mitigação e redução das emissões de GEE. A certificação para emissões de GEE é uma forma de comprometer sistemas de produção de alimentos em reduzir suas emissões, mitigar as mudanças climáticas e comunicar ao consumidor esse esforço através de selos. Isso pode assegurar a transparência da informação sobre o impacto ambiental da produção, transporte e consumo de alimentos. O objetivo geral desta dissertação é analisar como o consumidor brasileiro entende e usa a informação dos selos de certificação para emissões de GEE em alimentos. Especificamente, propõe identificar ferramentas e metodologias de cálculo de emissões, bem como, seu uso para subsidiar mecanismos de certificação para emissões de GEE em sistemas agrícolas e de produção de alimentos. Visa também, investigar como as motivações do consumidor, representadas pela consciência ambiental (New Ecological Paradigm) e pelos valores humanos (Schwartz Values), se relacionam com o entendimento e uso da informação dos selos de certificação de carbono em alimentos. Verificou-se que existem plataformas para o desenvolvimento de mecanismos de certificação, os quais seguem principalmente as diretrizes do IPCC para inventários de emissões de GEE e a metodologia de Avaliação de Ciclo de Vida. Todas as certificações encontradas, a nível de produto ou sistema de produção, são voluntárias. O estudo sugere que, embora existam oportunidades de mercado para quem adota uma certificação, as metodologias empregadas na verificação das emissões de GEE podem ser diferentes para produtos e sistemas de produção de uma mesma categoria, devido à flexibilidade na delimitação do escopo do sistema analisado e à carência de inventários de fatores de emissão de locais, práticas e tecnologias específicas, não fornecendo parâmetros comparativos. Identificou-se, ainda, que apesar de auxiliar a escolha do consumidor, a comunicação do baixo impacto ambiental pelos selos de carbono ainda demanda ajustes. Desse modo, três selos de certificação foram testados: pegada de carbono, carbono neutro e orgânico. Uma survey on-line foi conduzida junto a consumidores brasileiros de alimentos (N = 308). Aos participantes foi pedido que respondessem a questões sobre aspectos sociodemográficos, variáveis psicológicas, entendimento dos selos e uso da informação contida nos selos. Análises de estatística descritiva e regressão hierárquica foram aplicadas na investigação. Para uma amostra majoritariamente jovem (52,9% 18-34 anos de idade), com alto nível de educação (58,4% pós-graduados) e de classe média (59,8% 2-10 salários mínimos) os resultados mostram que a consciência ambiental dos consumidores é determinada por gênero, renda e valores humanos. O entendimento dos selos é determinado pelo nível educacional e pelos valores humanos. Finalmente, o uso da informação contida nos selos é determinado pelo nível educacional, número de filhos e valores humanos. Embora o poder de explicação da variância dos modelos de regressão seja baixo, o estudo traz evidências que a motivação e o perfil sociodemográfico são mais importantes do que o entendimento dos selos de carbono quando o consumidor busca por informações sobre impacto ambiental em embalagens de alimentos.

**Palavras-chave:** Comportamento do consumidor. Pegada de carbono. Cálculo de emissões. Selos de carbono. Economia de baixo-carbono. Sistemas agroalimentares.

## ABSTRACT

Climate change could affect medium and long-term food supply. Agriculture, along with livestock and forestry, accounts for almost 30% of greenhouse gas (GHG) emissions, leading to the need for the development of an agriculture with the potential to mitigate and reduce GHG emissions. Certifications for GHG emissions is a way of committing food production systems in reducing their emissions, mitigating climate change and communicating this effort to consumers through labels. This can ensure transparency of information on the environmental impact of food production, transport and consumption. The general objective of this dissertation is to analyze how Brazilian consumer understands and uses the information of certification labels for GHG emissions in food. Specifically, it purposes to identify emission calculation tools and methodologies, as well as their use to subsidize certification mechanisms for GHG emissions in agricultural and food production systems. It also aims to investigate how consumer motivations, represented by environmental awareness (New Ecological Paradigm) and human values (Schwartz Values), relate to the understanding and use of carbon labels on food. It has been found that platforms exist for the development of certification mechanisms, which mainly follow the IPCC Guidelines for GHG Inventories and the Life Cycle Assessment methodology. All certifications found at product or production system level are voluntary. The study suggests that while there are market opportunities for certification adopters, the methodologies employed in verifying GHG emissions may differ for products and production systems in the same category due to the flexibility in delimiting the scope of the analyzed system and the lack of inventories of emission factors of specific locations, practices and technologies, not providing comparative parameters. It was also identified that despite aiding the choice of consumer, the communication of low environmental impact by carbon labels still requires adjustments. Thus, three certification seals were tested: carbon footprint, carbon neutral and an organic label. An online survey was conducted with Brazilian food consumers (N = 308). Participants were asked to answer questions about sociodemographic aspects, psychological variables, understanding of labels, and use of labels information. Descriptive statistics and hierarchical regression analysis were applied in the investigation. For a mostly young sample (52.9% 18-34 years old), highly educated (58.4% postgraduate) and middle class (59.8% 2-10 minimum wages) the results show that consumers' environmental awareness is determined by gender, income and human values. Understanding of labels is determined by educational level and human values. Finally, the use of the labels information is determined by educational level, number of children and human values. Although the explanatory power of variance in regression models is low, the study provides evidence that motivation and socio-demographic profile are more important than understanding of carbon labels when consumers seek information on environmental impact on food packaging.

**Keywords:** Consumer behavior. Carbon footprint. Emissions calculation. Carbon labels. Low-carbon economy. Food systems.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 2

Figura 1. Modelo teórico da estrutura de relações dos 10 valores motivacionais de Schwartz.....	28
---	----

### CAPÍTULO 4

Figura 1. Rótulo <i>Carbon Trust</i> que comunica as emissões de GEE e o compromisso da organização em reduzir as mesmas (Reino Unido).....	54
Figura 2. Rótulo <i>Klimatcertifiering För Mat - KFM</i> (Suécia).....	55
Figura 3. Rótulo <i>ABNT Pegada de Carbono</i> (Brasil).....	55
Figura 4. Rótulos de <i>Carbono Neutro</i> (esquerda) e <i>Carne Carbono Neutro</i> (direita), ambos brasileiros.....	56
Figura 5. Rótulo <i>Indice de Carbone</i> (França) e sua escala de impacto ambiental.....	56

### CAPÍTULO 5

Figure 1. Conceptual framework of the study.....	70
Figure 2. Labels available in Brazilian market tested in this study.....	73
Graphic 1. Recognition of labels by consumers (N = 308).....	76

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

### CAPÍTULO 3

Quadro 1. Estrutura do questionário (Apêndice A) .....	36
Quadro 2. Itens do Portrait Values Questionnaire (PVQ) .....	37
Quadro 3. Hierarquia da Tipologia dos Valores de Schwartz a partir do Portrait Values Questionnaire (PVQ).....	38
Quadro 4. Itens da escala New Ecological Paradigm (NEP) .....	39
Tabela 1. Sinal de influência esperado das variáveis independentes sobre as variáveis dependentes .....	42

### CAPÍTULO 4

Tabela 1. Ferramentas para o cálculo de emissões de GEE para sistemas produtivos agrícolas.....	49
Tabela 2. Diretrizes para verificação de emissões de GEE na agricultura e produção de alimentos.....	50
Tabela 3. Tipos de selos que certificam emissões de GEE.....	53

### CAPÍTULO 5

Table 1. Description of variables used in analysis.....	72
Table 2. Descriptive statistics of demographics variables.....	74
Table 3. Hierarchical regression. Determinants of environmental awareness, using socio-demographic and superior values as predictors.....	75
Table 4. Recognition and understanding of carbon labels and organic label.....	76
Table 5. Hierarchical regression. Determinants of understanding of labels, using socio-demographics, environmental awareness and superior values as predictors.....	78
Table 6. Self-reported use of food packing information.....	80
Table 7. Hierarchical regression. Determinants of self-reported use of environmental impact information on food packing, using socio-demographics, environmental awareness, understanding of labels and superior values as predictors.....	80

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – Apresentação da dissertação.....	15
1 Introdução.....	15
1.1    Objetivo geral.....	20
1.1.1    Objetivos específicos.....	20
1.2    Justificativa.....	20
1.3    A estrutura da dissertação .....	21
CAPÍTULO 2 – Aspectos teóricos do estudo.....	22
2 Revisão bibliográfica.....	22
2.1    Pegada de carbono, certificação para emissões e selos de carbono.....	22
2.2    Do consumo ambientalmente sustentável ao consumo de baixo-carbono .....	25
2.3    A Tipologia de Schwartz e os valores humanos .....	28
2.4    Mensurando a consciência ambiental através da escala NEP (New Ecological Paradigm) .....	31
CAPÍTULO 3 – Procedimentos metodológicos.....	34
3 Metodologia .....	34
3.1    Revisão bibliográfica dos mecanismo de certificação para emissões de GEE ...	34
3.2    Estudo aplicado junto aos consumidores .....	36
3.2.1    Variáveis sociodemográficas .....	38
3.2.2    Portrait Values Questionnaire (PVQ).....	38
3.2.3    New Ecological Paradigm (NEP).....	40
3.2.4    Entendimento dos selos de certificação .....	41
3.2.5    Uso dos selos de certificação .....	41
3.3    Estatística descritiva e análise de regressão linear multivariada.....	42
CAPÍTULO 4.....	45
4 Certificação e comunicação de emissões de gases de efeito estufa na agricultura: oportunidades e desafios para o Brasil .....	45
Resumo .....	45
Abstract .....	45
4.1    Introdução .....	46
4.2    Cálculo e diretrizes para a verificação de emissões de GEE .....	48
4.2.1    Diretrizes do IPCC para inventários nacionais de GEE.....	49
4.2.2    Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) .....	50

4.3	Certificação e comunicação de emissões de GEE.....	53
4.4	Considerações finais.....	59
	Referências.....	61
	CAPÍTULO 5.....	67
5	Investigating Brazilian consumers' understanding and use of carbon labels in food.....	67
	Abstract .....	67
5.1	Introduction.....	67
5.2	Theoretical basis .....	69
5.3	Methods .....	72
	5.3.1 Measures.....	72
	5.3.2 Analysis .....	75
5.4	Results .....	75
	5.4.1 Consumers' motivation.....	76
	5.4.2 Understanding of labels .....	78
	5.4.3 Use of labels .....	81
5.5	Discussion.....	84
5.6	Conclusions .....	86
	References.....	87
	CAPÍTULO 6 - Considerações finais.....	91
	REFERÊNCIAS .....	97
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO .....	105

## CAPÍTULO 1 - Apresentação da dissertação

### 1 Introdução

A agricultura do século XXI enfrenta desafios que superam aqueles até então conhecidos. O imperativo do aumento da produtividade e da intensificação agrícola como meios garantidores de segurança alimentar passa a abarcar outras preocupações. A atividade agrícola impõe aos sistemas em que atua não apenas a missão de suprir a demanda por alimentos, mas também aquela de fornecer biomassa e matéria-prima para a produção de energia; conservar recursos naturais essenciais dos quais usufrui, tais como água e solo; permitir a ocorrência de serviços ecossistêmicos; e promover estabilidade econômica e resiliência social para os indivíduos e comunidades que fazem da agricultura não apenas um meio de subsistência, mas também um caminho para a estabilidade econômica a médio e longo prazo (FOLEY et al., 2011; HARVEY; PILGRIM, 2011; LIPPER et al., 2014; NILES et al., 2018).

Assim como em outros setores da economia, os agricultores, ao fazerem uso de recursos provenientes da natureza, tornam-se responsáveis por impactos ambientais causados por suas atividades. Seja os recursos renováveis ou não-renováveis, seja os impactos gerados e aferidos em diferentes graus e medidas, a ação antrópica, através das atividades agrícolas, existe, e a gestão eficiente da utilização desses recursos torna-se relevante para a manutenção das condições mínimas de sustentabilidade de qualquer sistema agrícola.

Por ser constituída de inter-relações sistêmicas com o clima, o solo e diferentes espécies da fauna e flora - presentes em um agroecossistema em diferentes níveis de complexidade, a agricultura pode impactar de modo positivo ou negativo no ambiente (BAGLEY; MILLER; BERNACCHI, 2015; HOLLING, 2001). Mesmo em cultivos agrícolas protegidos, a exemplo da produção de hortaliças, mudas, flores e frutas; onde algumas condições climáticas podem ser controladas, não se configura um sistema fechado e estanque, imune a fatores externos para sua manutenção, nem isento da geração de impacto no ambiente em que se estabelece. Um sistema agrícola necessita recursos econômicos - equipamentos, insumos químicos ou biológicos e mão-de-obra - e naturais - minimamente, solo (ou um substrato), luz solar e água - para ser economicamente viável, socialmente

estável e ambientalmente equilibrado (CAMPBELL et al., 2014; FRANZLUEBBERS et al., 2014).

Alguns impactos positivos causados pela produção de alimentos em sistemas agrícolas podem ser observados. O principal deles é a possibilidade de sequestro de carbono atmosférico pelas plantas, que o utilizam para crescer, e sua fixação no solo na forma de matéria orgânica (PAUSTIAN et al., 2016) - formada pela incorporação do resíduo vegetal das culturas no solo (OGLE; BREIDT; PAUSTIAN, 2005). O sequestro de carbono na agricultura, de forma isolada, tem um significativo potencial de mitigação das emissões de gases de efeito estufa (GEE) por esse setor (SMITH et al., 2008). Outra prática aplicável a sistemas agrícolas capaz de mitigar impactos ambientais envolve a fixação biológica de nitrogênio atmosférico pelas leguminosas, a qual pode reduzir a aplicação de fertilizantes nitrogenados e a emissão de óxido nitroso ( $N_2O$ )<sup>1</sup> na atmosfera.

Por outro lado, a agricultura pode gerar impactos negativos no ambiente. Os quais podem ter efeitos imediatos ou a longo prazo. O assoreamento de leitos fluviais e sua eutrofização, resultado da erosão causada pela falta de manejo da cobertura de solos (LAL, 2004), e as emissões de GEE por sistemas agrícolas que envolvem produção vegetal e pecuária intensiva e excessivamente dependente de insumos (SILVA et al., 2010; SÁ et al., 2017), são alguns dos impactos negativos observados. Esse último em especial, é fator relevante na alteração dos padrões climáticos.

No Brasil, a agricultura e a pecuária respondem por cerca de um terço das emissões totais de dióxido de carbono equivalente ( $0,49 \text{ Gt CO}_2\text{e/ano}^2$ ) (PIATTO et al., 2018). Valores maiores podem ser atingidos se considerados os impactos indiretos, como as mudanças do uso da terra, desmatamento e expansão agrícola. Em escala global, os setores que compreendem agricultura, floresta e uso da terra respondem por cerca de um quarto das emissões antropogênicas de GEE ( $10\text{-}12 \text{ Gt CO}_2\text{e/ano}$ ) (SMITH et al., 2014).

A realidade das mudanças climáticas, conduzidas pelo aumento da temperatura média global, ocorrência de eventos climáticos extremos - secas, enchentes, tornados, etc. - e o aumento da concentração de  $CO_2$  na atmosfera, passa a impactar as condições de vida humana e, sobretudo, os sistemas agrícolas, cuja dependência de fatores edafoclimáticos é importante (TILMAN; CLARK, 2015; VERMEULEN; CAMPBELL; INGRAM, 2012).

---

<sup>1</sup> O óxido nitroso ( $N_2O$ ), juntamente com o dióxido de carbono ( $CO_2$ ), o metano ( $CH_4$ ), os clorofluorcarbonetos (CFCs), os hidrofluorcarbonetos (HFCs), os perfluorcarbonetos (PFCs) e o hexafluoreto de enxofre ( $SF_6$ ), compõem os gases de efeito estufa (GEE).

<sup>2</sup> Gt = bilhões de toneladas.

Dessa forma, estratégias para mitigação e adaptação às mudanças climáticas precisam ser desenvolvidas. Parte dessas estratégias passa pelo desenvolvimento de uma agricultura de baixo carbono, que pode ser entendida como qualquer prática ou tecnologia agrícola que reduza ou compense emissões de GEE. Algumas práticas como a recuperação de pastagens degradadas, a agricultura de conservação – que envolve a gestão de rotação de culturas e cobertura do solo -, os sistemas produtivos que integram lavoura-pecuária-floresta e o tratamento de dejetos animais, são consideradas de baixo carbono, pois reduzem as emissões de GEE e aumentam a capacidade de sequestro de carbono dos sistemas agrícolas (MEISTERLING; SAMARAS; SCHWEIZER, 2009; NIGGLI et al., 2009; SÁ et al., 2017). A tecnologia pode ainda ser empregada para adaptar culturas vegetais a condições climáticas em transição: a utilização da biotecnologia e da engenharia genética no desenvolvimento de variedades resistentes a estresses climáticos e com baixos níveis de requerimento de nutrientes e água (ZILBERMAN, 2015); bem como, a escolha de culturas aptas às condições climáticas que vêm se alterando de forma constante, são alguns exemplos.

As formas de incentivo à adoção dessas práticas por parte do produtor envolvem, de forma geral, o acesso a linhas de crédito especiais, a exemplo do Programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC), lançado pelo Governo Federal brasileiro em 2010 (BRASIL, 2012).

De outro lado, exigências mercadológicas relacionadas ao atendimento de requisitos ambientais para exportação ou para o estabelecimento de contratos com redes de varejo multinacionais, aspecto indispensável em alguns acordos comerciais, também têm a capacidade de promover a adoção de práticas mitigadoras das mudanças climáticas (MOL, 2015).

Assim, práticas produtivas de baixa emissão de carbono podem se estabelecer a partir de uma pressão da demanda por alimentos que tenham reduzido sua pegada de carbono durante seu ciclo de vida. Nesse contexto, mecanismos de comunicação entre os sistemas produtivos e a demanda podem ser implementados, promovendo a transparência dos processos e informando, distintivamente, o compromisso de ambas as partes em reduzir as emissões de GEE.

Nesse sentido, sistemas de certificação e selos de carbono podem atuar como mecanismos que promovam credibilidade, reduzam a assimetria de informação e atendam às exigências dos consumidores, estabelecendo critérios sobre práticas e tecnologias agrícolas climaticamente amigáveis e meios de mensurar a sustentabilidade na produção de alimentos (COHEN; VANDENBERGH, 2012; MOL; OOSTERVEER, 2015; STRINGER; SANG; CROPPENSTEDT, 2009).

Uma série de ferramentas e metodologias que auxiliam a mensuração das emissões de GEE na agricultura vem sendo aprimoradas. Embora a instrumentalização das calculadoras de emissões de GEE para o desenvolvimento de esquemas de certificação e selos de carbono seja aplicada a produtos, processos produtivos e cadeias de suprimentos em setores como o de materiais de construção, têxtil e de transportes, somente recentemente essa mesma lógica passou a ser empregada na produção de alimentos, sobretudo por sistemas agrícolas (SCHAEFER; BLANKE, 2014; WU et al., 2014). A vantagem atribuída ao potencial de mitigação da produção agrícola pelo sequestro e fixação de carbono, não é captada pelas metodologias que mensuram as emissões de GEE. Essa lacuna, chama a atenção para o fato de que as emissões líquidas de CO<sub>2</sub>e devem ser consideradas e informadas (BESSOU et al., 2013).

Não obstante, a certificação de sistemas agrícolas de baixo carbono e a comunicação do comprometimento ambiental da oferta através de rótulos e selos possibilita a redução da assimetria de informação, promove a transparência dos sistemas produtivos e maximiza a escolha do consumidor por produtos de baixo carbono, provocada pela diferenciação pontual desses produtos através da comunicação da redução de emissões de GEE geradas ao longo do ciclo de vida de um determinado alimento (COHEN; VANDENBERGH, 2012; EMBERGER-KLEIN; MENRAD, 2018).

A transição do consumidor em direção a um estilo de vida de baixo carbono passa necessariamente pela mudança de hábitos de consumo. Sendo o alimento necessário para o suporte da vida; adquirido por muitos, diariamente; e produzido por poucos; sua produção e consumo responsáveis em relação à mitigação das mudanças climáticas é de suma importância. Quanto mais forte for a preocupação ambiental do consumidor, maior será a influência dos selos de carbono sobre ele (THØGERSEN; NIELSEN, 2016).

Entretanto, a eficiência dos selos de carbono perpassa uma complexa dinâmica decisória, a qual o consumidor é confrontado sempre que necessita escolher um alimento. Essa dinâmica relaciona atributos inerentes ao alimento e atitudes inerentes ao indivíduo. Ademais os atributos intrínsecos do produto - tais como sabor, textura e composição físico-química; e os atributos utilitários - como preço e benefícios para a saúde; os atributos extrínsecos - quais sejam, status, marca e representação social do consumo de determinado produto, são constantemente moderados por atitudes explícitas - quando o consumidor declara ser consciente dos impactos ambientais gerados na produção, transporte e consumo de alimentos; e por atitudes implícitas - que são influenciadas por valores pessoais e uma

visão de mundo que pode ser mais ou menos pró-ecológica (BEATTIE; MCGUIRE, 2018; GRUNERT; HIEKE; WILLS, 2014; JANSSON; DORREPAAL, 2015; PUSKA, 2018).

Desse modo, engajar consumidores com motivações pró-ecológicas no consumo de produtos de baixo-carbono é um desafio para os selos de carbono. Alguns estudos sobre o consumo sustentável de alimentos têm utilizado como medida dos valores pessoais a escala proposta pelo psicólogo social Shalom H. Schwartz (GRUNERT; HIEKE; WILLS, 2014; GRUNERT; JUHL, 1995; HOOGLAND; DE BOER; BOERSEMA, 2007; PUSKA, 2018), a partir da qual é possível verificar quais valores humanos básicos são mais importantes para cada indivíduo - por exemplo, universalismo, tradição, segurança, hedonismo, para citar alguns dos 10 valores humanos básicos de Schwartz (SCHWARTZ, 2001). Essa é uma ferramenta importante para analisar como a motivação pessoal se relaciona com o entendimento dos selos de carbono e com a efetiva compra de produtos certificados como de baixo impacto nas mudanças climáticas.

Além dos valores inerentes a cada indivíduo, o status de sua consciência ambiental é um fator, teoricamente, determinante na definição da preocupação individual com aspectos ambientais e uma visão de mundo pró-ecológica, e capaz de influenciar sua escolha por alimentos comprovadamente sustentáveis (CAMILLERI et al., 2019; BARCELLOS et al., 2011). Para isso, a escala New Ecological Paradigm, com origem na psicologia ambiental, busca mensurar como o indivíduo reage a questões sobre a interação humano-natureza e os limites planetários para o crescimento baseado no uso de recursos naturais (DUNLAP et al., 2000).

Em meio a esse contexto, que envolve o desenvolvimento de práticas e tecnologias de produção de alimentos com baixo impacto nas mudanças climáticas, e o estabelecimento de ferramentas que calculam as emissões de GEE geradas nos processos produtivos, bem como, a verificação e a certificação das mesmas por meio de procedimentos metodológicos específicos - que surgem como mecanismos com potencial de reduzir a assimetria de informação e maximizar a escolha do consumidor -, apresenta-se o desafio de comunicar a redução ou compensação dessas emissões a um consumidor cada vez mais exigente, imbuído de motivações pessoais e confrontado com uma quantidade cada vez maior de informações. Dessa forma, esse trabalho busca responder à seguinte pergunta:

*Como os consumidores brasileiros entendem e utilizam o conhecimento sobre os selos e certificações de emissões de GEE no processo de compra de alimentos?*

## 1.1 Objetivo geral

O objetivo geral desse trabalho é analisar como o consumidor brasileiro entende e usa a informação dos selos de certificação para emissões de gases de efeito estufa em alimentos.

### 1.1.1 Objetivos específicos

1. Descrever os mecanismos de certificação para emissões de gases de efeito estufa em alimentos.

2. Diferenciar os mecanismos de certificação em relação à forma como expressam a redução ou compensação das emissões de GEE geradas nos processos produtivos de alimentos.

3. Avaliar como a motivação dos consumidores - a partir de aspectos relacionados a valores pessoais (escala de valores de Schwartz) e consciência ambiental (abordagem do *New Ecological Paradigm*) - relacionam-se com o entendimento e o uso da informação dos selos de certificação para emissões de gases de efeito estufa em alimentos.

## 1.2 Justificativa

Do ponto de vista científico, esse estudo almeja contribuir de duas formas. A primeira diz respeito à identificação de mecanismos de certificação de emissões de GEE disponíveis no mercado e passíveis de adesão na produção de alimentos no Brasil. A segunda forma é trazer evidências empíricas sobre a compreensão e uso da informação dos selos de carbono por consumidores brasileiros.

Embora alguns estudos já tenham revisado grande parte dos mecanismos de certificação para emissões de GEE disponíveis em diferentes partes do mundo e em diferentes setores da economia, este estudo busca compilar dispositivos de cálculo de emissões e protocolos de verificação de impacto ambiental aplicados à agricultura (DENEFF et al., 2012; LIU; WANG; SU, 2016). A agricultura como nível de análise e o Brasil como ambiente do estudo são aspectos, até então, pouco explorados por estudos acadêmicos e pesquisas científicas.

Não obstante, grande parte dos estudos que relacionam consumo de alimentos, mudanças climáticas e rótulos de carbono foram realizados em países desenvolvidos, grandes importadores de produtos do setor primário (BLOMQUIST, 2009; FEUCHT;

ZANDER, 2017; LI; LONG; CHEN, 2017; UPHAM; DENDLER; BLEDA, 2011). Por outro lado, o Brasil, um país em desenvolvimento e protagonista do cenário agrícola mundial, tem visto algum esforço no setor produtivo, através de linhas de crédito especial, e parques, senão nulos, estudos que analisam a possibilidade, via mercado, e através de mecanismos de certificação para emissões de GEE em alimentos, de identificação de uma demanda e do desenvolvimento de uma agricultura, ambos de baixo carbono.

Portanto, baseado na relevância de fomentar estratégias do setor agrícola para mitigar mudanças climáticas; bem como, na identificação da carência de estudos para o desenvolvimento dessas estratégias via mercado, a partir de dispositivos de certificação; e pela ausência de evidências empíricas a respeito do consumidor, justifica-se este estudo.

### **1.3 A estrutura da dissertação**

O presente trabalho está inserido na linha de pesquisa *Gestão, inovação, tecnologia e qualidade no agronegócio* do Programa de Pós-Graduação em Agronegócios do Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios (CEPAN) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), pois trata da análise de sistemas de certificação, da qualidade nas cadeias agroindustriais e das interações sociais no funcionamento dos mercados.

O *Capítulo 1 – Apresentação da dissertação* (pág. 14) é composto de uma introdução geral, onde consta a contextualização e apresentação do problema de pesquisa; objetivo geral e objetivos específicos; e justificativa para pesquisa.

No *Capítulo 2 – Aspectos teóricos do estudo* (pág. 21) o trabalho segue com a revisão bibliográfica e o referencial teórico do estudo.

No *Capítulo 3 – Procedimentos metodológicos* (pág. 33) é apresentada a metodologia empregada de modo a atingir cada um dos objetivos específicos e o objetivo geral da pesquisa.

No *Capítulo 4 – Certificação e comunicação de emissões de gases de efeito estufa na agricultura: oportunidades e desafios para o Brasil* (pág. 43) é apresentado o estudo exploratório para identificação dos mecanismos de certificação disponíveis no Brasil e exemplos de outros países que aplicaram esses mecanismos na produção de alimentos.

No *Capítulo 5 – Investigating Brazilian consumers' understanding and use of carbon labels in food* (pág. 65) é apresentado o estudo aplicado junto aos consumidores.

Após esses capítulos, uma seção para as considerações finais (*Capítulo 6*) retoma o problema e o objetivo geral da pesquisa. Além de discutir implicações e limitações do estudo.

## CAPÍTULO 2 – Aspectos teóricos do estudo

### 2 Revisão bibliográfica

Este capítulo propõe revisar os conceitos e abordagens que servirão de suporte para a descrição dos mecanismos de certificação para emissões de GEE, bem como, para a análise do consumo ambientalmente sustentável e de baixo carbono. O aprofundamento teórico nessas questões é de suma importância para identificar as lacunas no conhecimento sobre o tema e apoiar a escolha de estratégias analíticas e do instrumento de coleta de dados. Não obstante, essa revisão deve ser retomada na discussão dos resultados do trabalho, de modo a permitir comparações e a avaliação de possíveis avanços científicos obtidos com a pesquisa. A saber, os resultados referentes à pesquisa exploratória sobre os mecanismos de certificação para emissões de GEE são discutidos no Capítulo 4. Já os resultados do estudo aplicado junto aos consumidores são discutidos com base em seus aspectos teóricos no Capítulo 5. Por fim, o apanhado geral do estudo é revisitado em suas considerações finais, localizadas no Capítulo 6.

#### 2.1 Pegada de carbono, certificação para emissões e selos de carbono

A certificação para emissões de GEE em alimentos tem como propósito primeiro verificar as emissões de GEE ou a pegada de carbono de um sistema produtivo ou de um produto específico. Essa verificação é seguida da transferência dessa informação ao consumidor através de rótulos ou selos que comunicam o comprometimento do produtor na mitigação das mudanças climáticas e, por vezes, o nível de impacto gerado.

Embora pouco disseminados em produtos de origem vegetal e animal, os selos de carbono já vêm sendo aplicados em outros setores e cadeias produtivas. Produtos de limpeza, lâmpadas (UPHAM; DENDLER; BLEDA, 2011), eletrodomésticos, roupas (COHEN; VANDENBERGH, 2012) e materiais de construção (WU et al., 2015) são alguns dos exemplos da utilização de *eco labels* ou *green labels* em produtos.

Atualmente, existem mais de 460 *eco labels*, distribuídos em 199 países e 25 setores da indústria<sup>3</sup>. Esses tipos de rótulos abrangem, entre outras áreas: i) a certificação da eficiência

---

<sup>3</sup> Disponível em: <http://www.ecolabelindex.com/>. Acessado em 26/11/2019.

energética de produtos: tais como o selo norte-americano *Energy Star*, da *Environmental Protection Agency*; e o selo brasileiro *Procel*, do *Inmetro*; ii) o manejo florestal e o controle de produtos que utilizam madeira ou celulose, a exemplo do *Forest Stewardship Council (FSC)*; iii) e a comunicação da sustentabilidade de sistemas agrícolas e de produção de alimentos, feita por certificações orgânicas, biodinâmicas e agroecológicas. Os *eco labels* dirigem-se - além da comunicação do impacto ambiental - à verificação de riscos à saúde humana, quantidade de materiais recicláveis ou reciclados contida em um produto, e a gestão de resíduos (NOTARNICORLA et al., 2015).

Contudo, um dos primeiros registros de tentativa de convergir produção e consumo de alimentos com emissões de GEE está localizado no Reino Unido e foi apresentado sob o conceito de *Food Miles* (PAXTON, 1994). Esse importante relatório britânico, publicado em 1994, reúne estudos de caso da cadeia agroalimentar e alerta para o desperdício e os danos, sobretudo ambientais, causados pelo transporte de alimentos por longas distâncias.

Os debates que precederam a consolidação do termo “pegada de carbono” e, posteriormente, os rótulos de carbono, ainda tiveram a contribuição de Wackernagel & Rees (1996), que apresentaram a pegada ecológica, uma ferramenta de análise que permite o cálculo estimado do consumo de recursos por uma determinada população ou setor da economia, transformando essa demanda em uma unidade de área de terra produtiva.

De forma conceitual, as certificações para emissões de GEE e os selos de carbono ancoram-se nessas duas abordagens - *Food Miles* e pegada ecológica. Por outro lado, de maneira prática, os mecanismos de certificação de baixo carbono procuram avaliar efetivamente as emissões de GEE geradas ao longo do ciclo de vida de um produto ou de um processo produtivo, desde o “berço até o túmulo” (da produção, passando pelo consumo, até o descarte), e seus impactos nas mudanças climáticas.

Atualmente, os esquemas de certificação de carbono são baseados, em sua maioria, em duas metodologias de análise: a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV), amparada pela *International Organization for Standardization (ISO)*; e as diretrizes do *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* para inventários nacionais de emissões de GEE (LIU; WANG; SU, 2016). Essas metodologias fomentam o desenvolvimento de calculadoras de emissões, que por sua vez, informam produtores, certificadores e consumidores sobre as emissões geradas por determinado produto ou sistema produtivo, proporcionando, inclusive, a identificação dos fatores de produção que mais impactam a pegada de carbono (IBANEZ; GROLLEAU, 2008).

Os padrões para mensuração da pegada de carbono estabelecidos pela ISO foram publicados em 2008, a partir das normativas 14040 e 14044 de 2006, e baseiam-se fundamentalmente na ACV. Também em 2008, o *Publicly Available Standard (PAS) 2050*, lançado pelo *British Standard Institute (BSI)*, apresentou diretrizes para a avaliação de GEE emitidos ao longo do ciclo de vida de um produto. O PAS 2050 requer uma clara definição dos limites do sistema avaliado e exclui a emissão de GEE de bens de capital utilizados na produção, como infraestrutura e transporte (BOLWIG; GIBBON, 2009).

A avaliação de conformidade do processo de certificação é parte importante na acreditação daquele sistema de produção ou produto. Todos os mecanismos de certificação de carbono ativos, até o presente momento, são voluntários. Portanto, inicialmente, é fruto do interesse do agricultor ou produtor a busca pela certificação da sua produção (CZARNEZKI, 2015; LIU; WANG; SU, 2016).

Os cálculos das emissões de GEE são realizados, na sua maioria, pelos próprios operadores dos esquemas de certificação, sendo, eventualmente, feitos pelos próprios clientes da certificadora ou por auditores independentes contratados para a função. A verificação dos cálculos e mensurações realizadas pode ser executada pela própria certificadora, por consultores acreditados ou por uma terceira parte - um órgão independente daquele que realiza os cálculos (BOLWIG; GIBBON, 2009; CARBONFUND, 2015).

A governança dos esquemas de certificação de carbono pode ser pública, como é o caso do PAS 2050, porém, em sua grande maioria, a gestão dos esquemas de certificação é feita por empresas privadas. Sendo essas: empresas de consultoria, organizações não-governamentais, empresas do varejo ou indústrias de manufaturados (BOLWIG; GIBBON, 2009; SHEEHAN et al., 2012).

Embora os mecanismos de certificação verifiquem as emissões de GEE dos sistemas produtivos, o consumidor somente tomará conhecimento do impacto nas mudanças climáticas gerado por um determinado produto, e das medidas mitigatórias tomadas pelo produtor, através da informação fornecida pelos *carbon labels* ou selos de carbono.

Os selos de carbono dividem-se em cinco tipos, quais sejam: i) baixo carbono, comunicam as emissões de GEE de um único produto ou sistema; ii) intensidade de carbono, compara níveis de emissões - comunicado através da quantidade de CO<sub>2</sub>e necessário para gerar um produto; iii) classificação do carbono, baseia-se em uma média de emissões para aquele determinado produto ou sistema - não há um cálculo específico para o produto; iv) redução de carbono, comunica a contribuição para a redução das emissões de GEE nacionais

ou globais; v) carbono neutro, informa que todas as emissões geradas na produção foram compensadas, neutralizando o impacto nas mudanças climáticas – essa compensação pode se dar através de créditos de carbono, por exemplo (WALTER; SCHMIDT, 2008).

Em um estudo sobre os fatores sociais, políticos e institucionais que levaram o café produzido pela cooperativa Coopedota, da Costa Rica, a ser o primeiro certificado como carbono neutro, Birkenberg & Birner (2018) tratam o processo como uma inovação. Em outro estudo, buscando analisar a eficiência dos rótulos de carbono na conservação ambiental, Ibanez & Grolleau (2008) mostram que, apesar de não conseguirem sozinhos anular todo o impacto negativo causado pela produção e pelo consumo, os selos podem atuar como uma política ambiental efetiva e economicamente eficiente.

Ao deparar-se com rótulos de carbono, o consumidor encontrará diferentes selos. Alguns utilizam o design das luzes do semáforo (verde, amarela e vermelha) para indicar o nível de emissões de GEE. Outros podem comunicar a quantidade emitida em quilos ou gramas de CO<sub>2</sub>e. Além dessas, outras formas de apresentação podem ser a redução das emissões de GEE descritas em porcentagem ou simplesmente um selo declarando participação em um sistema de certificação, sem comunicar a mensuração dos impactos (BLOMQUIST, 2009; EMBERGER-KLEIN; MENRAD, 2018; FEUCHT; ZANDER, 2018).

## **2.2 Do consumo ambientalmente sustentável ao consumo de baixo-carbono**

A transição de práticas econômicas convencionais para práticas que envolvem eficiência ecológica e redução de emissões de GEE pode ser direcionada pela pressão da demanda. O desenvolvimento de uma agricultura de baixo carbono, além das implicações técnicas e de certificação, somente é plenamente justificado caso o consumidor manifeste como relevante o impacto causado pela produção e pelo consumo nas mudanças climáticas.

On an individual level, food habits and preferences are shaped by cultural traditions, norms, fashion, and physiological needs, as well as by personal food experience and exposure to the consumption context (i.e., foodstuff availability and accessibility). Such preferences and tastes, together with finances, time, and other constraints (e.g., work patterns, household decision making) influence food consumption (REISCH; EBERLE; LOREK, 2013, p. 10).

Além dos fatores inerentes à construção subjetiva de valores, hábitos e atitudes voltados para o consumo de alimentos, outros geracionais e contemporâneos influem o processo de decisão do consumidor. Dentre esses, a urbanização - impulsionada pela modernização da indústria - e o crescimento populacional, alteraram a noção de

sazonalidade – própria da agricultura – e o regime de disponibilidade de alimentos. Influenciadas por variáveis como renda e conveniência, mudanças em dietas de diferentes povos, antes calcadas em atributos étnicos ou culturais, vêm sendo observadas em diferentes partes do mundo, a partir de novos direcionadores. O aumento do consumo de proteína animal em países asiáticos e de alimentos ultra processados em países da América do Sul são alguns exemplos (PINGALI, 2007; REARDON; TIMMER, 2007).

Afora os aspectos relacionados ao consumo genérico de alimentos, a preocupação com a sustentabilidade de formas de produção e hábitos de compra é vista como relevante por integrantes de cadeias produtivas, tomadores de decisão institucionais, representantes de organizações não-governamentais e consumidores (DENDLER, 2014).

No sistema agroalimentar são diversas as dimensões nas quais diretrizes e critérios de produção são estabelecidos e, posteriormente, certificados e informados através de rótulos ou selos. Não raro, o consumidor pode encontrar produtos agrícolas provenientes de sistemas de produção orgânica ou socialmente justos, a exemplo daqueles certificados como *Orgânicos do Brasil* e *Fair Trade*. Embora os propósitos sejam diferentes, ambos os rótulos representam dimensões da sustentabilidade. A escolha de compra do consumidor está imbuída de influências relativas a fatores ambientais, éticos, estéticos e de saudabilidade.

Ao escolher um alimento, o consumidor age sob constante ponderação dos benefícios inculcados em si próprio e ao seu redor. De forma geral, o consumo sustentável de alimentos tem, em sua dimensão ambiental, um forte direcionador do comportamento de compra. Sendo o impacto ambiental o fator mais frequentemente lembrado pelos consumidores quando instigados a definir o termo “sustentabilidade” (GRUNERT; HIEKE; WILLS, 2014; HANSS; BÖHM, 2012).

A literatura disponível sobre consumo sustentável de alimentos salienta a importância da investigação do binômio valor-atitude – ou como transformar a motivação em atos de compra efetivos. Em um estudo com consumidores brasileiros de carne suína, Barcellos et al. (2011), encontraram evidências de que nem sempre há uma correlação significativa entre a atitude pró-ambiental do consumidor e o conhecimento sobre os impactos gerados pelo sistema que fornece um determinado produto. Em outro estudo, conduzido com consumidores de ostras na Itália, Santeramo et al. (2017) mostraram que, além da preocupação com a segurança dos alimentos (do ponto de vista sanitário), implicações ambientais também são relevantes para a escolha dos alimentos. Já na Suécia, Sörqvist et al. (2015), analisando o *eco label effect* em bananas, uvas, uvas desidratadas e água, concluem que consumidores reticentes ao impacto ambiental causado por seus hábitos de

consumo tendem a não escolher produtos rotulados como sustentáveis. Ao mesmo tempo, esses mesmos consumidores podem preferir produtos orgânicos a convencionais, caso os benefícios à própria saúde sejam considerados.

Levando em conta a motivação e a propensão dos consumidores em adquirir produtos alimentícios sustentáveis, a avaliação do entendimento e uso das informações transmitidas por mecanismos de certificação e seus rótulos e selos, a respeito das formas de produção de um determinado produto deve ser conduzida. Valores motivacionais como o altruísmo e a benevolência do consumidor em relação ao ambiente e ao próximo são explorados por esses tipos de rótulos. Da mesma forma, a mitigação das mudanças climáticas a partir de um comportamento de consumo de baixo carbono, está atrelada aos valores, atitudes e hábitos altruístas ou benevolentes dos consumidores. Assim, a provisão de informação pode ser modulada, de maneira a cativar consumidores predispostos à escolha de produtos com sua pegada de carbono reduzida (GREBITUS; STEINER; VEEMAN, 2016).

O consumo de baixo-carbono é mais específico do que o consumo ambientalmente sustentável, pois considera as emissões de GEE geradas ao longo do ciclo de vida de um produto. Aspectos produtivos como a preconização de energia e matéria-prima renováveis, a escolha por embalagens recicláveis ou compostas (de base biológica) e o tratamento de efluentes agroindustriais e dejetos animais são práticas que, mesmo passíveis de certificação ambiental, precisam demonstrar, no caso dos selos de carbono, não somente o comprometimento do setor produtivo em reduzir as emissões de GEE e mitigar as mudanças climáticas, mas sim o nível do impacto. Mensurado e aferido.

Com a exceção de indivíduos céticos em relação às mudanças climáticas, o consumidor preocupado com o impacto das alterações dos padrões climáticos, a médio e longo prazo, sobre as formas de vida no Planeta Terra, pode mostrar disposição a adotar hábitos que reduzam sua pegada de carbono. De forma geral, esse consumidor prioriza a escolha por meios de transporte menos poluidores e mais eficientes, economiza energia elétrica, valoriza fontes de energia renovável e consome alimentos de produtores locais – obedecendo a uma dieta com reduzido, senão nulo, consumo de carnes (DE BOER; DE WITT; AIKING, 2016). O crescimento do número de consumidores declarados vegetarianos ou veganos reflete essa tendência, não sendo o impacto nas mudanças climáticas o principal direcionador, mas, certamente, parte da motivação (APOSTOLIDIS; MCLEAY, 2019).

Assim como o consumo ambientalmente sustentável, os estudos sobre comportamento de consumo de baixo carbono procuram avaliar o binômio valor-atitude. A

transição das fases de reconhecimento da sua própria pegada de carbono e predisposição a adotar um estilo de vida de baixo carbono para a fase de consumo prático é relevante.

Baseados na abordagem do economista comportamental Daniel Kahneman (2011)<sup>4</sup>, os autores Beattie & McGuire analisaram se as atitudes auto-declaradas em relação a produtos de baixo carbono se traduziam em mudanças reais de comportamento: “(...) *we want to argue that it is more difficult than it might appear to read the minds of consumers because consumers do not have a mind; they have two* (BEATTIE; MCGUIRE, 2016, p. 6).” Os pesquisadores mostram que as atitudes implícitas e explícitas não são correlatas, sendo os consumidores mais influenciados por marca e preço quando pressionados a escolher rapidamente. Produtos orgânicos e ecologicamente amigáveis são menos favorecidos nessas situações, com a exceção dos rótulos de carbono, que impactaram a escolha de consumidores fortemente preocupados com sua pegada de carbono. Em outro experimento, Hoffmann et al. (2019) mostram que a privação de alimentos também influencia a escolha por produtos sustentáveis: consumidores famintos demonstraram menor preferência por alimentos sustentáveis.

Portanto, os selos de carbono cumprem papel fundamental ao transmitir informações ao consumidor e facilitar a escolha do consumidor que carrega em si uma atitude implícita positiva em relação ao consumo de baixo-carbono. Consumidores conscientes de seu impacto tendem a valorizar sistemas de certificação climáticas e rótulos de carbono, ao mesmo tempo que pagariam mais por produtos climaticamente amigáveis (BLOMQVIST, 2009; FEUCHT; ZANDER, 2018; KIM; HOUSEB; KIM, 2016; MOTOSHITA et al., 2015). Restam ainda desafios relacionados à forma de transmissão das informações e divulgação dos sistemas de certificação e seus respectivos rótulos ou selos junto aos consumidores.

### **2.3 A Tipologia de Schwartz e os valores humanos**

Para Schwartz & Bilsky (1987) os valores humanos podem ser definidos como crenças e conceitos referentes a comportamentos desejáveis, que vão além de situações específicas, e que guiam a seleção e avaliação de comportamentos e fatos, os quais são hierarquizados em uma escala de importância. Para os autores, os valores são representações cognitivas demandadas por necessidades biológicas, relações interpessoais e pressões societárias para

---

<sup>4</sup> Segundo Daniel Kahneman, as pessoas têm dois sistemas cognitivos distintos: 1) rápido, automático e majoritariamente inconsciente; 2) lento, reflexivo e mais consciente (KAHNEMAN, 2011).

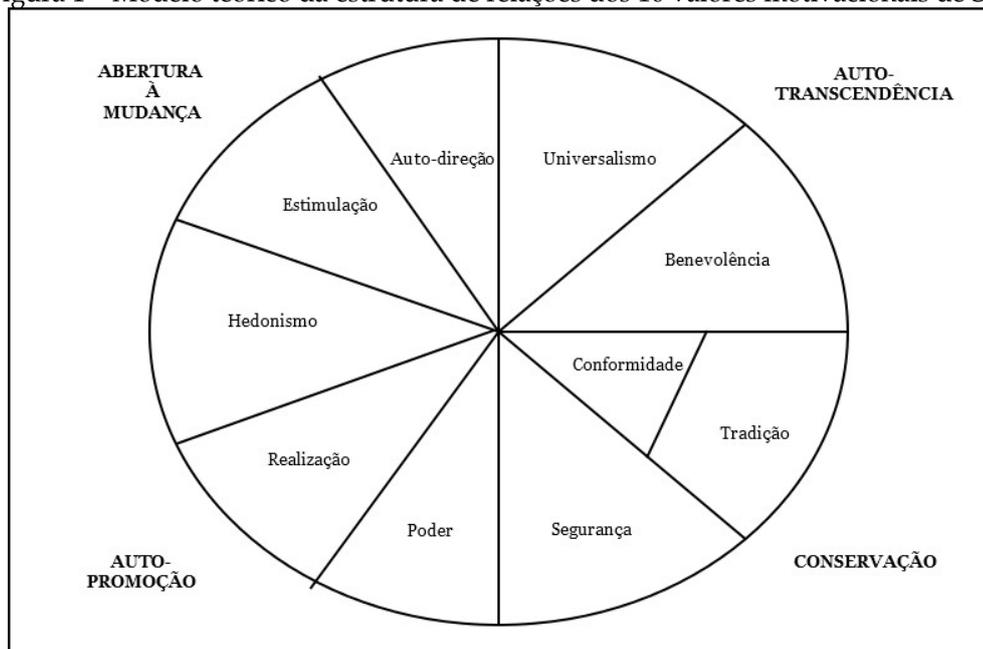
assegurar o bem estar em grupo e a sobrevivência. Em suma, os valores são utilizados pelas pessoas como critérios para balizar e justificar ações.

A Teoria dos Tipos Universais de Valores, também conhecida como Tipologia de Schwartz, foi concebida de modo a estruturar e instrumentalizar a análise empírica dos domínios motivacionais dos valores, a partir de uma escala que vai de “nada importante” para “muito importante”. Essa abordagem permite identificar quais valores pessoais influenciam as atitudes e comportamentos em relação a um determinado objeto de estudo.

A primeira versão de Schwartz & Bilsky dos domínios universais de valores foi validada em 1987, e apresentou oito domínios. Parte da construção da tipologia proposta foi baseada no trabalho de Milton Rokeach, publicado em 1973<sup>5</sup> (SCHWARTZ; BILSKY, 1987).

Posteriormente, o modelo foi modificado e uma nova estrutura contendo dez tipos de valores foi apresentada (figura 1), são eles: universalismo, benevolência, auto-direção, estimulação, hedonismo, realização, poder, segurança, conformidade e tradição. Esses valores individuais podem atuar de forma simultânea, levando à elaboração de valores de ordem superior: i) universalismo e benevolência podem levar à auto-transcendência; ii) segurança, tradição e conformidade à conservação; iii) poder, realização e hedonismo podem ser identificados como parte da auto-promoção; iv) enquanto estimulação, auto-direção e o hedonismo, novamente, podem ser caracterizado como um estado de abertura à mudança (SCHWARTZ, 1992).

Figura 1 - Modelo teórico da estrutura de relações dos 10 valores motivacionais de Schwartz.



<sup>5</sup> Rokeach, M. The nature of human values. 1973. New York: Free Press.

Fonte: Schwartz et al. (2001). Elaborado pelo autor.

De modo a obter uma ferramenta de análise, a Escala Schwartz foi desenvolvida. Essa escala baseia-se em um questionário – *Schwartz Value Survey* (SVS), onde indagações abstratas são aplicadas de modo a captar e posteriormente categorizar os domínios motivacionais dos valores humanos (SCHWARTZ et al., 2001). Uma outra versão para a mensuração dos valores humanos foi então proposta por Schwartz et al. (2001), onde é apresentada a descrição de um indivíduo e pergunta-se ao respondente o quanto aquela pessoa se parece com ele/ela. A título de exemplo, o item 2 desse questionário, que busca mensurar o valor *Poder*, é expressado da seguinte forma: “*É importante para ele/ela ser rico(a). Ele/Ela quer ter muito dinheiro e coisas caras.*”. Em oposição, o item 19, que mensura o valor *Universalismo* é assim apresentado: “*Ele/Ela acredita fortemente que as pessoas deveriam se importar com a natureza. Cuidar do meio ambiente é importante para ele/ela.*”. O *Portrait Values Questionnaire* (PVQ), como é chamado, tem 21 itens, os quais são apresentados de forma integral mais adiante, no *Capítulo 3 – Procedimentos metodológicos* deste trabalho (pág. 33).

Os resultados obtidos a partir da Escala de Schwartz são relevantes para a análise dos perfis dos consumidores que se declaram preocupados com os impactos ambientais gerados por seus hábitos de consumo. Estudos utilizando a Tipologia de Schwartz para tentar explicar motivações e atitudes de consumidores de alimentos sustentáveis já foram realizados. Um deles, realizado na Finlândia buscou responder se a escolha por alimentos orgânicos indica um comportamento pró-social. Os resultados mostraram que tanto pessoas que endossam valores de auto-transcendência, quanto aquelas com critérios conservadores veem os consumidores de alimentos orgânicos como pró-sociais (PUSKA, 2018). Em outro estudo, com dados coletados em seis países da Europa, Grunert, Hieke & Wills (2014), aplicaram os domínios de valores de Schwartz como uma das ferramentas de análise do consumo sustentável a partir de selos de certificação de carbono, bem-estar animal, equidade social e conservação de florestas. Os resultados mostram que o uso das informações contidas nos rótulos estão relacionadas com a motivação e o entendimento, e ambos estão relacionados com aspectos demográficos e valores humanos.

Outros estudos também têm aplicado a Tipologia de Schwartz como uma ferramenta de mensuração de fatores psicológicos que influenciam consciência e atitudes pró-ambientais (GRUNERT; JUHL, 1995; SCHINAIDER, 2018), intenção de compra e consumo de alimentos sustentáveis, com baixo impacto ambiental e de baixo-carbono (CHEKIMA et al., 2016; HOOGLAND; DE BOER; BOERSEMA, 2007). Em geral, esses estudos pontuam que os

valores influenciam de forma indireta o comportamento de compra do consumidor e exercem efeito direto sobre a consciência ambiental e a intenção de compra.

Espera-se que indivíduos que expressem alto nível de auto-transcendência sejam mais conscientes do impacto de suas ações no meio ambiente, pelo fato de, teoricamente, endossarem visões de mundo coletivistas, onde o bem-estar do próximo e a proteção da natureza são valorizados positivamente. O mesmo sinal positivo é esperado de indivíduos inclinados para o valor superior conservação, para os quais o respeito a normas sociais, costumes e a manutenção da harmonia individual e coletiva são aspectos importantes. Por outro lado, espera-se que indivíduos que preconizem a auto-promoção e a abertura à mudança expressem uma menor preocupação com o meio ambiente e o impacto de suas ações, uma vez que aspectos hedônicos, a busca por prestígio e o controle sobre pessoas e situações são importantes para essas pessoas e implicam em valores superiores individualistas e menos engajados em uma visão de mundo pró-ecológica.

#### **2.4 Mensurando a consciência ambiental através da escala NEP (New Ecological Paradigm)**

A concepção dessa ferramenta de análise de atitudes ecológicas deriva do reconhecimento de que a atividade humana altera os ecossistemas dos quais é dependente, e busca identificar a compreensão de que novas formas de crescimento sustentável precisam levar em conta a ação antrópica sobre o ambiente físico (DUNLAP et al., 2000).

Primeiramente chamada por Dunlap & Van Liere, em 1978, de *New Environmental Paradigm*, e posteriormente rebatizada por Dunlap et al. como *New Ecological Paradigm*, em 2000, a NEP tornou-se amplamente utilizada como medida de atitude ecológica e consciência ambiental (GIFFORD, 2015).

A NEP busca captar a visão de mundo ecológica do indivíduo e o quanto o mesmo acredita ser parte da natureza, independente ou superior à ela, gerando duas dimensões: antropocêntrica e ecocêntrica. Endossar uma visão de mundo antropocêntrica significa a assunção de que o desenvolvimento humano depende do manejo de recursos naturais e que o Homem, enquanto espécie, possui habilidades suficientes para lidar com as dinâmicas do ecossistema e ainda usufruir dos benefícios gerados por suas práticas de gestão de recursos naturais. Em outras palavras, um indivíduo antropocêntrico reconhece a natureza como fornecedora de recursos econômicos e acredita na sua habilidade de utilizar de forma eficiente tais recursos. De outro lado, o “ecocentrismo” pode ser definido como o

reconhecimento de que a natureza e o Homem são indissociáveis e interdependentes, e de que o impacto das atividades antrópicas pode desestabilizar o equilíbrio da natureza, da qual acredita ser parte, em caráter uno e dependente (THOMPSON; BARTON, 1994).

A mensuração da visão ecológica ou consciência ambiental do indivíduo é realizada por meio de uma escala Likert de 5 pontos<sup>6</sup> (indo de 1 = discordo fortemente a 5 = concordo fortemente), onde 15 itens são avaliados. Dos 15 itens que compõem o questionário, oito (os itens ímpares) são a favor de uma visão pró-ecológica, Portanto, concordar com a afirmação apresentada indica uma alta consciência ambiental. Exemplo: *“Item 1 - Nós estamos chegando no limite de pessoas que o Planeta Terra pode suportar.”*. Por outro lado, os itens pares apresentam afirmações relacionadas com uma visão de mundo antropocêntrica. Portanto, discordar de tais itens indica uma alta consciência ambiental. Exemplo: *“Item 2 - Os seres humanos têm o direito de modificar o meio ambiente para suprir suas necessidades.”*. Esses itens serão apresentados na sua totalidade no *Capítulo 3 – Procedimentos metodológicos (pág. 33)*. Cada conjunto de 3 itens corresponde a 5 visões ecológicas hipotéticas, quais sejam: a existência de limites do crescimento na sociedade humana; o direito dos seres humanos de reinar sobre o restante da natureza; capacidade humana de perturbar o equilíbrio natural; a noção de isenção humana quanto às restrições e a fragilidade do equilíbrio da natureza; a possibilidade de uma crise ecológica (DUNLAP et al., 2000; GIFFORD, 2015; SCHINAIDER, 2018). A média obtida também pode ser utilizada como uma medida da consciência ambiental do respondente. Em suma, valores acima de 3 indicam uma visão de mundo ecocêntrica, valores abaixo de 3 indicam uma visão de mundo antropocêntrica (TALAMINI et al., 2017).

De forma geral, a escala NEP é utilizada de forma complementar a análise de diversos atributos - tais como valores humanos, normas e aspectos sociodemográficos. Sua aplicação aparece em estudos sobre a transição para um comportamento de baixo carbono (O'BRIEN et al., 2018), normas pessoais e o enfrentamento das mudanças climáticas (JANSSON; DORREPAAL, 2015), intenção de compra e consumo ambiental (FREIRE; QUEVEDO-SILVA; FREDERICO, 2013; NTANOS et al., 2019) e a atitude pró-ambiental de gestores de agroindústrias (SCHINAIDER, 2018).

Conforme Ding et al. (2018), a consciência ambiental é indiretamente afetada por valores, ao passo que influencia diretamente o comportamento de consumo de baixo-carbono. Espera-se que indivíduos com alta consciência ambiental tenham um maior

---

<sup>6</sup> Neste estudo a escala de 5 pontos foi utilizada no instrumento de coleta de dados (ver Capítulo 5), no entanto, escalas Likert de 6 ou 7 pontos também podem ser utilizadas.

entendimento e uso das informações transmitidas pelos selos de carbono, hipóteses que são testadas no *Capítulo 5* deste trabalho (*pág. 65*) e corroboradas por estudos como o de Hsu & Lin (2015), no qual a consciência ambiental é mensurada com a escala NEP e correlacionada com o conhecimento sobre redução de emissões de carbono. O estudo, aplicado em Taiwan, revela que a educação ambiental influencia positivamente a consciência ambiental, entretanto o nível de conhecimento dos consumidores não influencia as ações do indivíduo, limitando seu efeito às intenções relacionadas ao consumo de baixo carbono. O endosso de uma visão pró-ecológica também está correlacionada positivamente com a intenção de empreendedores de cadeias curtas de alimentos na Itália em adotar veículos elétricos (GIACOMARRA et al., 2019). Da mesma forma, consumidores jovens que sinalizaram a aceitação do NEP ou de uma visão de mundo pró-ecológica, indicaram que a declaração por parte da indústria alimentícia de seus impactos ambientais e sociais influenciam suas intenções de compra e aumentam a probabilidade de recomendação de um produto “verde” para amigos e conhecidos (ALLEN; SPIALEK, 2018).

Portanto, de modo a analisar o entendimento e o uso das informações transmitidas pelos selos de carbono pelo consumidor brasileiro, a mensuração da consciência ambiental por meio da escala NEP torna-se uma ferramenta de análise bastante útil para a realização deste estudo.

## CAPÍTULO 3 – Procedimentos metodológicos

### 3 Metodologia

As ferramentas, procedimentos e métodos utilizados para atingir os objetivos traçados por este estudo são detalhadas abaixo. Primeiramente, um levantamento das ferramentas de cálculo de emissões de GEE, métodos de verificação e selos de carbono utilizados é realizado por meio de uma revisão de bibliografia publicada em meios de comunicação científicos e não científicos. Em um segundo momento, um estudo aplicado junto a consumidores é proposto, de modo a investigar o entendimento e o uso da informação dos selos de carbono - cujos procedimentos metodológicos são apresentados neste capítulo. Por último, são explorados os aspectos relacionados à ferramenta escolhida para análise dos dados coletados - a regressão linear multivariada.

#### 3.1 Revisão bibliográfica dos mecanismo de certificação para emissões de GEE

Para descrever os critérios, parâmetros, padrões e indicadores recorrentes em sistemas de certificação para emissões de GEE em alimentos foi realizada uma pesquisa exploratória. A pesquisa restringiu-se a uma revisão da literatura disponível na forma eletrônica/digital. Bases de dados de documentos científicos foram consultadas - *Web of Science*, *Scopus* e *Scielo*. Bem como, websites de certificadoras, varejistas e organizações, alcançados por meio do mecanismo de busca do *Google*.

A construção da dissertação e contextualização do tema de pesquisa teve como ponto de partida a realização de uma revisão bibliográfica que seguiu uma linha cronológica que é relatada a seguir.

Com o intuito de estabelecer um primeiro contato com a temática, nenhum mecanismo sistemático de busca foi utilizado. E isso se deve, principalmente, a dois motivos, que são explicados abaixo.

Primeiro: a restrição do tema de pesquisa ao estudo dos mecanismos de certificação para emissões de GEE derivou de uma pesquisa prévia onde buscava-se tecnologias agrícolas para adaptação e mitigação das mudanças climáticas. Nesse primeiro momento, em grande parte baseada no artigo da revista *Nature*, intitulado *Climate-smart soils* (PAUSTIAN et al., 2016), identificou-se que, além das práticas e tecnologias empregadas na agricultura de baixo carbono - diretamente implicadas na mitigação das mudanças climáticas, a avaliação

do impacto da implementação de tais estratégias só é possível se mensuradas as emissões de GEE geradas no processo produtivo. Desse modo, iniciou-se uma busca pelas ferramentas de contabilidade de emissões aplicadas a sistemas agrícolas. Tais ferramentas são elencadas por um relatório, de 2012, endereçado ao *USDA (United States Department of Agriculture)*, chamado *Report of Greenhouse Gas Accounting Tools for Agriculture and Forestry Sectors* (DENEFF et al., 2012). Nesse relatório, as principais calculadoras, protocolos e diretrizes para a contabilidade de emissões nos setores agrícola e florestal são apresentadas.

A esse ponto do esforço de pesquisa em contextualizar o tema principal, sabia-se que a avaliação do impacto da produção de alimentos nas mudanças climáticas pode ser realizada por meio de ferramentas de contabilidade de emissões. Identificou-se, portanto, que uma vez verificado o impacto e, se existente, sua redução por meio de práticas e tecnologias mitigadoras, isso pode ser comunicado através de declarações ambientais e sistemas de certificação que chegam ao consumidor através de selos anexados à embalagem de um produto.

Portanto, na primeira parte da pesquisa, a revisão do conteúdo relacionada aos mecanismos de certificação para emissões de GEE não se deu exclusivamente em documentos científicos indexados em bases de dados específicas, pois teve a contribuição de relatórios técnicos, produzidos por cientistas, mas não indexados em bases de dados científicas, as quais não poderiam ser acessadas por mecanismos de busca sistemáticos, caso esses fossem aplicados.

O segundo motivo pela não aplicação de uma revisão sistemática dos mecanismos de certificação para emissões de GEE, apresenta-se na forma de três trabalhos científicos prévios, os quais avançaram consideravelmente na revisão dos principais protocolos e selos de carbono disponíveis no mercado, indicando lacunas a serem preenchidas, vantagens e desvantagens de tais mecanismos e sugestões de estudos futuros. Ademais, um deles trata especificamente do setor de materiais de construção (WU et al., 2015); outro revisa os selos de carbono aplicados a itens domésticos (produtos de limpeza, eletrodomésticos, etc.) - incluindo alimentos, e implementados em diferentes países (LIU; WANG; SU, 2016); e o último explora os desafios e oportunidades dos selos de carbono para produtos hortícolas, porém, no contexto europeu (SCHAEFER; BLANKE, 2014).

Desse modo, com base em relatórios técnicos, artigos científicos e revisões prévias sobre o tema, buscou-se ordenar a pesquisa quanto às metodologias que apoiam os sistemas de certificação, as ferramentas utilizadas para calcular as emissões de GEE geradas em sistemas agrícolas produtores de alimentos e os tipos de rótulos de carbono existentes,

avanzando na discussão de aspectos relacionados à aplicação desses mecanismos à realidade brasileira. Os resultados dessa revisão bibliográfica são apresentados no *Capítulo 4 – Certificação e comunicação de emissões de gases de efeito estufa na agricultura: oportunidades e desafios para o Brasil* (pág. 43).

### 3.2 Estudo aplicado junto aos consumidores

O estudo aplicado - cuja base teórica, procedimentos metodológicos, apresentação dos resultados e discussão são detalhados no *Capítulo 5 – Investigating Brazilian consumers' understanding and use of carbon labels in food* (pág. 65) - é definido como uma pesquisa descritiva - uma vez que a informação necessária para a caracterização do grupo de consumidores é prévia e claramente definida; de natureza tanto qualitativa, quanto quantitativa; e utiliza como técnica para coleta de dados uma *survey*, cuja ferramenta é um questionário estruturado, no qual as perguntas e informações requeridas seguem um único padrão que é aplicado em toda a amostra (MALHOTRA; NUNAN; BIRKS, 2017).

A definição das variáveis e resultados esperados a partir da análise dos dados coletados é, quase integralmente, baseada no modelo teórico testado por Grunert, Hieke & Wills (2014) - estudo publicado no periódico *Food Policy* sob o título *Sustainability labels on food products: Consumer motivation, understanding and use*. Não obstante, ao contrário do estudo coordenado pelo pesquisador Klaus G. Grunert, que investigou 4 selos de certificação relacionados com as diferentes dimensões da sustentabilidade (selos éticos - *Fair Trade* e *Animal Welfare*; e selos ambientais - *Rainforest Alliance* e *Carbon Footprint*), esta dissertação tem como foco dois selos de carbono existentes no Brasil. São eles: *Pegada de Carbono ABNT* (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e *Carbono Neutro*. Incluindo um terceiro selo à análise, o amplamente conhecido selo *Orgânicos do Brasil*, inserido com o propósito de comparar o entendimento e o uso da informação de um selo, supostamente conhecido, em relação aos outros dois selos, supostamente desconhecidos. Quanto às dimensões investigadas estão os aspectos sociodemográficos, a motivação dos consumidores, e o entendimento e uso dos selos de carbono.

Previamente à conclusão definitiva do questionário, um pré-teste é realizado, de modo a obter considerações quanto à ordenação das questões, nível de compreensão de termos e frases, tempo gasto para responder às perguntas e configurações gerais do formulário eletrônico.

Considerando a natureza exploratória do estudo, a pesquisa foi aplicada junto a consumidores de alimentos, sem um recorte ou estratificação específica. Pressupõe-se que todos os respondentes consumam alimentos, portanto, o estudo foi direcionado a qualquer indivíduo. A técnica de amostragem utilizada é a não-probabilística e por conveniência – ou seja, as estimativas obtidas não podem ser projetadas em uma população, em termos estatísticos (MALHOTRA; NUNAN; BIRKS, 2017).

Promovidos os devidos ajustes, a disseminação do questionário se deu de forma online. Um e-mail institucional (*luiz.lovato@ufrgs.br*) e o contato pessoal de *WhatsApp* do autor, foram utilizados para divulgar o questionário. Para tanto, utilizaram-se listas de e-mails que continham contatos pessoais e profissionais do autor, bem como, o envio para as secretarias de departamentos de universidades e institutos de educação, os quais repassaram o questionário para seus alunos e colaboradores. Além disso, o questionário também foi enviado a grupos de redes sociais (*Facebook, Whatsapp*) de modo a atingir o maior número possível de respondentes. A adesão à pesquisa foi realizada de forma voluntária e sem qualquer tipo de remuneração. Ademais, o anonimato do respondente foi plenamente preservado. O período de coleta dos dados ocorreu entre os dias 10 e 28 de outubro de 2019 e foram coletadas 308 respostas válidas. A *survey* on-line tem como vantagens o baixo custo de implementação e o pouco tempo gasto no processo de coleta de dados. Entretanto, vieses nos critérios de seleção dos participantes e a impossibilidade da amostra representar uma população apresentam-se como limitações do estudo (MALHOTRA; NUNAN; BIRKS, 2017).

O formulário eletrônico utilizado para a coleta de dados é o *Google Forms*, no qual os dados são armazenados em uma planilha do *Microsoft Excel*, onde são organizados de modo a, posteriormente, possibilitar as análises de estatística descritiva e inferencial.

Um único questionário (Apêndice A) foi aplicado e mostrou-se capaz de reunir informações suficientes para proceder às análises necessárias para investigar o entendimento e o uso da informação, pelos consumidores, dos selos de carbono em alimentos. As seções do questionário são divididas em grupos de variáveis que seguem a seguinte ordem: variáveis sociodemográficas; variáveis psicológicas, relacionadas à fatores motivacionais, como os valores humanos e a consciência ambiental (escalas Schwartz e NEP, respectivamente); entendimento dos selos de carbono; e uso da informação dos selos de carbono. Cada um desse grupos de variáveis é apresentado nas subseções deste capítulo.

Quadro 1 - Estrutura do questionário (Apêndice A).

<i>Variáveis</i>	<i>N. de itens</i>	<i>Tipo de questão</i>
Sóciodemográficas	6	Objetivas e fechadas

Portrait Value Questionnaire (PVQ)	21	Escala Likert de 5 pontos
New Ecological Paradigm (NEP)	15	Escala de 5 pontos
Entendimento dos selos	6	Objetivas e fechadas
Uso da informação dos selos	14	Escala Likert de 5 pontos

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme o Quadro 1, o questionário é composto por um total de 62 itens. A nenhum item foi imposta a obrigatoriedade de resposta, e o tempo médio estimado de resposta a todos os itens foi entre 10 e 15 minutos.

### 3.2.1 Variáveis sociodemográficas

A primeira seção do questionário foi reservada à coleta de dados sociodemográficos dos respondentes. Os participantes foram questionados quanto a: gênero, idade, nível educacional, renda, número de filhos e estado (unidade federativa) de origem.

Detalhes quanto aos estratos utilizados e suas justificativas, bem como, a tipificação de cada variável podem ser consultados no capítulo 5, seção 5.3.1 (pág. 70), onde os procedimentos metodológicos do estudo aplicado são apresentados em detalhes.

### 3.2.2 Portrait Values Questionnaire (PVQ)

Na segunda seção do questionário é apresentada a escala de valores de Schwartz, aplicada por meio de um questionário estruturado chamado *Portrait Values Questionnaire (PVQ)*. Nele, são apresentados 21 itens, cada qual descrevendo ou retratando um indivíduo. Para cada item o respondente deve sinalizar o quanto a descrição apresentada se assemelha a ele, em uma escala Likert de 5 pontos, onde 1 corresponde a “nada parecido comigo” e 5 corresponde a “muito parecido comigo”. O PVQ foi construído para ser mais concreto que a usual Escala de Valores de Schwartz. Ao comparar outra pessoa a si mesmo, direciona-se o julgamento do respondente somente aos aspectos levantados pela frase que descreve outro indivíduo, o contrário poderia levar o respondente a considerar uma ampla gama de características inerentes a ele mesmo e não somente ao valor investigado (SCHWARTZ et al., 2001). Os 21 itens do PVQ são apresentados abaixo.

Quadro 2 - Itens do Portrait Values Questionnaire (PVQ).

PVQ1	Pensar em novas ideias e ser criativo(a) é importante para ele/ela. Ele/Ela gosta de fazer as
------	---

	coisas de maneira original.
PVQ2	É importante para ele/ela ser rico(a). Ele/Ela quer ter muito dinheiro e coisas caras.
PVQ3	Ele/Ela acha importante que toda pessoa no mundo seja tratada de forma igual. Ele/Ela acredita que todos deveriam ter oportunidades iguais na vida.
PVQ4	É muito importante para ele/ela mostrar suas habilidades. Ele/Ela quer que as pessoas admirem o que ele/ela faz.
PVQ5	É importante para ele/ela viver em ambientes seguros. Ele/Ela evita qualquer coisa que possa pôr em perigo sua segurança.
PVQ6	Ele/Ela gosta de surpresas e está sempre procurando novas coisas para fazer. Ele/Ela acha importante fazer muitas coisas diferentes na vida.
PVQ7	Ele/Ela acredita que as pessoas devem fazer o que lhes é ordenado. Ele/Ela acha que as pessoas deveriam seguir as regras a todo momento, mesmo quando ninguém está observando.
PVQ8	É importante para ele/ela escutar as pessoas que são diferentes dele/dela. Mesmo quando ele/ela discorda dessas pessoas, ele/ela ainda quer entender elas.
PVQ9	É importante para ele/ela ser humilde e modesto(a). Ele/Ela tenta não chamar atenção para si.
PVQ10	Aproveitar os prazeres da vida é importante para ele/ela. Ele/Ela gosta de fazer coisas que lhe dão prazer.
PVQ11	É importante para ele/ela tomar suas próprias decisões sobre o que fazer. Ele/Ela gosta de ser livre e não depender dos outros.
PVQ12	É muito importante para ele/ela ajudar as pessoas ao seu redor. Ele/Ela quer cuidar do bem-estar delas.
PVQ13	Ser bem-sucedido(a) é importante para ele/ela. Ele/Ela espera que as pessoas reconheçam suas realizações.
PVQ14	É importante para ele/ela que o governo garanta sua segurança contra todas as ameaças. Ele/Ela deseja que o Estado seja forte para poder defender seus cidadãos.
PVQ15	Ele/Ela busca aventuras e gosta de correr riscos. Ele/Ela quer ter uma vida emocionante.
PVQ16	É importante para ele/ela sempre se comportar adequadamente. Ele/ela quer evitar fazer qualquer coisa que as pessoas diriam que está errada.
PVQ17	É importante para ele/ela estar no comando e dizer aos outros o que fazer. Ele/Ela quer que as pessoas façam o que ele/ela disser para fazer.
PVQ18	É importante para ele/ela ser leal aos seus amigos. Ele/Ela quer se dedicar às pessoas próximas a/à ele/ela.
PVQ19	Ele/Ela acredita fortemente que as pessoas deveriam se importar com a natureza. Cuidar do meio ambiente é importante para ele/ela.
PVQ20	Tradição é importante para ele/ela. Ele/Ela procura seguir os costumes transmitidos por sua religião ou pela sua família.
PVQ21	Sempre que possível ele/ela busca ocasiões para se divertir. É importante para ele/ela fazer coisas que lhe dão prazer.

Fonte: SCHWARTZ, 2003. Elaborado pelo autor.

Ao responder a cada item, o respondente fornece uma medida relacionada a 10 valores humanos, quais sejam: auto-direção, estimulação, hedonismo, realização, poder, segurança, conformidade, tradição, benevolência e universalismo. Para chegar à medida dos valores calcula-se a média de uma combinação de itens correspondentes a cada valor. Em um segundo momento, a média da combinação de valores específicos forma quatro valores de ordem superior, que são: abertura à mudança, conservação, auto-promoção e auto-transcendência. Essas procedimento é resumido no quadro abaixo.

Quadro 3 - Hierarquia da Tipologia dos Valores de Schwartz a partir do Portrait Values Questionnaire (PVQ)

Item	Valor	Valor superior
PVQ 4	Realização	Auto-promoção
PVQ 13		
PVQ 2	Poder	
PVQ 17		
PVQ 12	Benevolência	Auto-transcendência
PVQ 18		
PVQ 3	Universalismo	
PVQ 8		
PVQ 19		
PVQ 4	Conformidade	Conservação
PVQ 16		
PVQ 5	Segurança	
PVQ 14		
PVQ 9	Tradição	
PVQ 20		
PVQ 10	Hedonismo	Abertura à mudança
PVQ 21		
PVQ 1	Auto-direção	
PVQ 11		
PVQ 6	Estimulação	
PVQ 15		

Fonte: SCHWARTZ, 2003. Elaborado pelo autor.

### 3.2.3 New Ecological Paradigm (NEP)

A terceira seção do questionário é destinada à mensuração da consciência ambiental do consumidor por meio de uma escala que tem origem na psicologia ambiental, a New Ecological Paradigm (NEP). A escala é composta por 15 itens que apresentam afirmações sobre a relação entre o homem e a natureza. Para cada item, em uma escala de 5 pontos, o respondente deve declarar se: discorda totalmente (1); discorda parcialmente (2); não tem certeza (3); concorda parcialmente (4); concorda plenamente (5). Concordar com os itens ímpares, que são 8, indica uma visão pró-ecológica. Por outro lado, discordar dos itens pares, que são 7, também indica uma visão pró-ecológica. Dessa forma, após a coleta de dados, os valores dados para os itens pares são invertidos, de modo que a posterior média global dos 15 itens forme a medida da consciência ambiental do consumidor.

Quadro 4 - Itens da escala New Ecological Paradigm (NEP).

NEP 1	Nós estamos chegando no limite de pessoas que o Planeta Terra pode suportar.
NEP 2 <sup>inv</sup>	Os seres humanos têm o direito de modificar o meio ambiente para suprir suas necessidades.

NEP 3	Quando os humanos interferem na natureza, frequentemente as consequências são desastrosas.
NEP 4 <sup>inv</sup>	A perspicácia humana garantirá que nós não faremos da Terra um lugar inabitável.
NEP 5	Os humanos estão abusando seriamente do meio ambiente.
NEP 6 <sup>inv</sup>	A Terra tem muitos recursos naturais, nós só precisamos aprender a usá-los de forma eficiente.
NEP 7	Plantas e animais têm tanto direito quanto os humanos de existir.
NEP 8 <sup>inv</sup>	O equilíbrio natural é suficientemente forte para lidar com os impactos das nações industriais modernas.
NEP 9	Apesar de nossas habilidades especiais, os seres humanos seguem sujeitos às leis da natureza.
NEP 10 <sup>inv</sup>	A chamada "crise ecológica" enfrentada pela humanidade tem sido muito exagerada.
NEP 11	A Terra possui espaço e recursos muito limitados.
NEP 12 <sup>inv</sup>	O ser humano foi feito para reinar sobre o resto da natureza.
NEP 13	O equilíbrio natural é muito delicado e é perturbado facilmente.
NEP 14 <sup>inv</sup>	Os seres humanos irão aprender o suficiente sobre como a natureza funciona para serem capazes de controlá-la.
NEP 15	Se as coisas continuarem como estão, logo nós iremos vivenciar uma grande catástrofe ecológica.

Fonte: DUNLAP et al., 2000. Elaborado pelo autor. <sup>inv</sup>Concordar com os itens ímpares e discordar dos itens pares indica uma visão pró-ecológica. Portanto, o valor para os itens pares é invertido para fins analíticos.

### 3.2.4 Entendimento dos selos de certificação

A quarta seção do questionário buscar captar se o consumidor conhece os selos e de que maneira os compreende. O logotipo do selo é apresentado e a seguinte questão é posta *Você já viu esse selo de certificação?*, ao que o participante responde, dentre as seguintes opções: sim; não, não tenho certeza. Logo abaixo é perguntado *O que você acha que esse selo significa?* e, então, 6 breves definições são apresentadas, acrescidas das opções “não sei” e “outro” – essa última opção foi configurada como um campo aberto a respostas breves de consumidores não satisfeitos com as definições apresentadas. Dentre as 6 definições apenas uma tem o significado correto, com exceção do selo Orgânicos do Brasil, no qual duas definições são consideradas corretas. O número de acertos é então utilizado na formação de um “índice de entendimento” dos selos, utilizado como tal na análise de regressão linear. A apresentação dos selos e suas respectivas questões deu-se na seguinte ordem: Pegada de Carbono ABNT, Carbono Neutro e Orgânicos do Brasil.

As questões podem ser conferidas na íntegra no Apêndice A dessa dissertação.

### 3.2.5 Uso dos selos de certificação

Na última seção do questionário, aspectos relacionados ao uso dos selos de certificação são levantados. São apresentadas 14 informações presentes em embalagens de alimentos e, então, é requerido ao respondente que declare com qual frequência ele acessa essas informações, em uma escala Likert de 5 pontos, onde 1 corresponde a “nunca” e 5 corresponde a “sempre”. Dentre as informações (por exemplo, marca, preço, quantidade em gramas ou litros, etc.) uma é de especial interesse, que é a busca por informações sobre o impacto ambiental (emissões, produção, transporte, etc.) de produtos alimentícios.

Uma vez que os itens são apresentados no questionário em formato de lista, foi ativada a função aleatória do formulário eletrônico para apresentação dos itens dessa seção, para evitar induzir o consumidor a uma noção de ordenamento ou grau de importância. A lista com todos os itens e sua forma de apresentação pode ser consultada no Apêndice A.

### **3.3 Estatística descritiva e análise de regressão linear multivariada**

Após coletados os dados, os mesmos foram organizados com o auxílio do *Microsoft Excel 2013*. Nesse mesmo software procedeu-se a estatística descritiva dos dados. A partir da estatística descritiva pode-se estabelecer medidas de localização e variabilidade dos dados, além da distribuição de frequências. Esse recurso estatístico é utilizado para descrever o perfil da amostra, onde as frequências absolutas e relativas são calculadas para as variáveis sociodemográficas. Além disso, a média das escalas Schwartz e NEP, bem como, o valor médio e o desvio-padrão dos itens relacionados ao uso dos selos de certificação são realizadas com recursos da estatística descritiva do *Microsoft Excel 2013*.

Os fatores determinantes para motivação, entendimento e uso da informação dos selos foram analisados por meio da regressão linear multivariada. Nesse caso, a regressão multivariada foi utilizada como uma ferramenta que possibilita analisar o nível de associação entre uma variável dependente e duas ou mais variáveis independentes. Ou seja, a regressão multivariada pode determinar se variáveis independentes explicam, significativamente, a variação na variável dependente, caso ocorra variação (HAIR JR. et al., 2014; MALHOTRA; NUNAN; BIRKS, 2017).

Para a análise de regressão linear multivariada foi utilizado o software *IBM Statistical Packing for the Social Sciences – SPSS 20*. Os resultados e diagnósticos dos modelos de regressão podem ser consultados no Capítulo 5, seções 5.3.2 e 5.4.

A forma de apresentação dos coeficientes de regressão estimados é a regressão hierárquica, na qual blocos de variáveis são adicionados um de cada vez. Dessa forma, o  $R^2$

estimado para cada modelo atua como um indicador do poder de explicação das variáveis independentes entrantes sobre a variação da variável dependente (FIELD, 2009).

Uma vez que o modelo teórico é definido, bem como, as relações esperadas entre as variáveis independentes e a variável dependente de cada modelo, procede-se a estimação dos coeficientes de regressão e dos diagnósticos de ajuste do modelo quanto à normalidade, linearidade, heterocedasticidade e autocorrelação dos dados. Finalmente, a interpretação dos coeficientes é realizada. O sinal de influência esperado de cada variável independente sobre a variável dependente é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Sinal de influência esperado das variáveis independentes sobre as variáveis dependentes

Independentes	Dependentes		
	Consciência ambiental	Entendimento dos selos	Uso da informação dos selos
Valores			
<i>Abertura à mudança</i>	-	-	-
<i>Auto-promoção</i>	-	-	-
<i>Auto-transcendência</i>	+	+	+
<i>Conservação</i>	+	+	+
Consciência ambiental	n/a	+	+
Gênero			
<i>Masculino</i>	+/-	+/-	+/-
<i>Feminino</i>	+/-	+/-	+/-
Idade	-	-	-
Nível educacional	+	+	+
Renda	+	+	+
Nº de filhos	+	+	+
Entendimento	n/a	n/a	+

Fonte: elaborado pelo autor. Nota: n/a = não se aplica; sinal positivo (+) = correlação positiva entre as variáveis; sinal negativo (-) = correlação negativa entre as variáveis; sinal positivo/negativo (+/-) = a correlação esperada entre as variáveis pode ser positiva ou negativa.

Como pode ser observado na Tabela 1 e com base nos aspectos teóricos do estudo apresentados no Capítulo 2 desta dissertação, espera-se que os valores humanos de ordem superior, enquanto variáveis independentes, expliquem a variação das variáveis dependentes consciência ambiental, entendimento e uso da informação dos selos de certificação. O mesmo para as variáveis demográficas: gênero, idade, nível educacional, renda e número de filhos. No que diz respeito à consciência ambiental, espera-se que quanto mais consciente for um indivíduo, maior será seu entendimento e uso da informação dos selos de carbono. Por fim, espera-se que um maior entendimento dos selos de carbono aumente o uso da informação dos selos de carbono em alimentos.

O modelo teórico testado, bem como os resultados dos modelos de regressão linear multivariada estimados são apresentados e discutidos no Capítulo 5, seções 5.4 e 5.5, respectivamente.

## CAPÍTULO 4

### 4 Certificação e comunicação de emissões de gases de efeito estufa na agricultura: oportunidades e desafios para o Brasil<sup>7</sup>

#### Resumo

O aumento das temperaturas médias globais e da ocorrência de eventos climáticos extremos poderá afetar a oferta de alimentos a médio e longo prazo. A agricultura, juntamente com a pecuária e as atividades florestais responde por quase 30% das emissões de gases de efeito estufa (GEE). As mudanças climáticas decorrentes de processos antrópicos geram a necessidade do desenvolvimento de uma agricultura com potencial de mitigação e redução das emissões de GEE. Este artigo objetiva fazer uma revisão de ferramentas e metodologias de cálculo de emissões, bem como, seu uso para subsidiar mecanismos de certificação para emissões de GEE em sistemas agrícolas e de produção de alimentos. Verificou-se que existem plataformas para o desenvolvimento de mecanismos de certificação, os quais seguem principalmente as diretrizes do IPCC para inventários de GEE e a metodologia de Avaliação de Ciclo de Vida. Todas as certificações encontradas, no âmbito de produto ou sistema de produção, são voluntárias e a comunicação é feita ao consumidor através de selos impressos nas embalagens. O estudo conclui que, embora existam oportunidades de mercado para quem adota uma certificação, as metodologias empregadas na verificação das emissões de GEE podem ser diferentes para produtos e sistemas de produção de uma mesma categoria, devido à flexibilidade na delimitação do escopo do sistema analisado e à carência de inventários de fatores de emissão de locais, práticas e tecnologias específicas, não fornecendo parâmetros comparativos. Identificou-se, ainda, que apesar de auxiliar a escolha do consumidor, a comunicação do baixo impacto ambiental pelos selos de carbono ainda demanda ajustes quanto à padronização da informação.

**Palavras-chave:** ISO, pegada de carbono, carbono neutro, calculadoras de emissões, protocolos, economia de baixo-carbono.

#### Abstract

The increase of global average temperatures and the occurrence of extreme weather events could affect medium and long-term food supplies. Agriculture, along with livestock and forestry, accounts for almost 30% of greenhouse gas (GHG) emissions. Climate change resulting from anthropic processes generates the need for the development of an agriculture with GHG mitigation and reduction potential. This paper aims to review emission calculation tools and methodologies, as well as their use to subsidize certification schemes for GHG emissions in agricultural and food production systems. It has been found the existence of platforms for the development of certification schemes, which mainly follow the IPCC GHG inventory guidelines and the Life Cycle Assessment methodology. All certifications found at the product or production system level are voluntary and communicated to the consumer through printed labels on the packaging. The study concludes that, although there are market opportunities for certification adopters, the

---

<sup>7</sup> Capítulo escrito no formato de artigo. Uma primeira versão desse artigo foi publicada no periódico Cadernos de Ciência e Tecnologia em dezembro de 2019. DOI: 10.35977/0104-1096.cct2019.v36.26456

methodologies employed in verifying GHG emissions may differ for products and production systems in the same category, due to the flexibility to define system boundaries and the lack of inventories for emission factors of specific locals, practices and technologies, not providing comparative parameters. It has also identified that, in spite of aiding consumer choice, the communication of low environmental impact by carbon labels still requires adjustments regarding information standards.

**Keywords:** ISO, carbon footprint, carbon neutral, emission calculator, protocols, low-carbon economy.

#### 4.1 Introdução

As mudanças climáticas decorrentes do processo antrópico de aquecimento global representam o maior desafio para a segurança alimentar da humanidade e manutenção do equilíbrio dos ecossistemas no planeta. A agricultura, a pecuária e o desflorestamento respondem por 25-30% das emissões de gases de efeito estufa - GEE na atmosfera, principais causadores do aquecimento global (Smith et al., 2014; Tubiello et al., 2015; Vermeulen et al., 2012).

As emissões de GEE nas atividades agrícolas decorrem fundamentalmente da liberação de gás carbônico nas culturas vegetais, com maior intensidade quanto menor for a incorporação de matéria orgânica do cultivo no solo, da liberação de óxido nitroso na atmosfera, em função do uso de fertilizantes sintéticos amoniacais e da liberação de metano, principalmente em sistemas de cultivos alagados (IPCC, 2015; Paustian et al., 2016). As emissões anuais de GEE em função das atividades agrícolas e pecuárias devem crescer de 6 Gigatoneladas de CO<sub>2</sub> para 8,3 Gigatoneladas de CO<sub>2</sub> em 2030 - em torno de 38% (Smith et al. 2007).

Estudos do *National Oceanic and Atmospheric Administration* - NOAA dos EUA (Karl et al., 2015) e da *National Aeronautics and Space Administration* - NASA (Smith et al., 2015) trouxeram evidências de que estamos em uma etapa de aceleração acentuada das temperaturas globais, acima das previsões do *Intergovernmental Panel on Climate Change* - IPCC. Segundo essas agências, entre 2014 e 2016 as temperaturas médias globais atingiram recordes sucessivos de alta. Em 2016, a temperatura anual média das superfícies de terra e oceanos foi 0,94°C acima da temperatura média global observada no planeta durante o século XX. Em 2017 e 2018 essa tendência de forte aceleração foi mantida com um aumento observado de 0,84°C e 0,98°C, respectivamente, acima da temperatura média global observada no planeta durante o século XX. Essa aceleração do aquecimento global se traduz no aumento da ocorrência de eventos climáticos extremos, como secas prolongadas (Ault et

al., 2014; Sheffield; Wood, 2008), tempestades (Diffenbaugh et al., 2013) e precipitações concentradas (IPCC, 2015), que impactam fortemente a produção agrícola (Lobell et al., 2012; Porter et al., 2014; Scheelbeeka et al., 2018; Zhao et al., 2017).

A emergência de sistemas agrícolas adaptados às novas condições climáticas de um mundo em aquecimento também estão alinhadas com a crescente preocupação dos consumidores em privilegiar o consumo de alimentos que sejam oriundos de sistemas produtivos capazes de mitigar os efeitos desse fenômeno (Chuanmin et al., 2014; Feucht; Zander, 2018). Essa demanda se distribui entre diversos sistemas de certificação considerados como representantes de sistemas de produção alinhados com uma agricultura mais resiliente e de baixo nível de emissão de GEE (Birkenberg; Birner, 2018; Czarnezki, 2015).

A utilização dessas ferramentas e metodologias deve subsidiar o desenvolvimento de sistemas de certificação para emissões de GEE para produtos agrícolas, diferenciando-se de outros selos de certificação de alimentos, por balizar critérios específicos que comuniquem o comprometimento da empresa ou unidade produtiva em mitigar as mudanças climáticas através da redução da emissão de GEE.

Dada a diversidade de culturas e práticas agrícolas existentes, mobilizadas por diferentes sistemas produtivos (mais ou menos intensivos ou mecanizados, por exemplo) desenvolvidos em condições edafoclimáticas específicas de cada região, é normal supor que os mecanismos utilizados para avaliar os diferentes potenciais de mitigação de emissão de GEE tenham que se valer de indicadores gerais que representam de forma relativamente imprecisa essa multiplicidade de condições. Essa generalização tende a diminuir com a ampliação do repertório de práticas agrícolas e regiões consideradas mas, mesmo assim, algumas alternativas de mitigação da emissão de GEE podem ser pouco valorizadas.

Em especial, é problemático avaliar o impacto sobre a geração de GEE na agricultura a partir do mecanismo básico para o sequestro de carbono nessa atividade, decorrente da possibilidade das plantas imobilizarem na forma de matéria orgânica no solo o gás carbônico da atmosfera que é utilizado para seu crescimento, pois esse fenômeno depende de diversos fatores relacionados ao clima, das características físicas do solo, sua microbiota e da própria cultura vegetal (Paustian, 1997). Porém, é uma alternativa incontornável na consideração do potencial de mitigação ao aquecimento global desse setor, pois o sequestro de carbono na agricultura, de forma isolada, tem um enorme potencial de redução da emissão anual líquida de GEE (Bellarby et al., 2008; Smith et al., 2007).

Embora outros estudos já tenham destacado as principais diretrizes para o desenvolvimento de mecanismos de certificação de emissões de GEE aplicados a produtos, organizações e cadeias de suprimentos em categorias como vestuário, energia, materiais de construção e produtos hortícolas (Damert; Morris; Guenther, 2019; Liu; Wang; Su, 2016; Schaefer; Blanke, 2014; Wu et al., 2015), esse estudo busca trazer exemplos de ferramentas e metodologias de verificação de emissões que subsidiam sistemas de certificação relacionados com uma agricultura de baixo nível de emissão de GEE. A definição desse quadro pode contribuir com a identificação de mecanismos tecnológicos e oportunidades de mercado para o desenvolvimento de uma “agricultura de baixo carbono”, atendendo a um mercado consumidor crescentemente interessado em privilegiar o consumo de alimentos obtidos em sistemas de baixo impacto ambiental.

Para tanto, é fundamental que esses sistemas sejam suficientemente claros, mesmo frente à complexidade dos fatores que impactam na emissão de GEE nesse setor, de maneira a subsidiar as escolhas dos consumidores sensíveis a esse apelo. Essa premissa depende da capacidade dos selos específicos de cada certificação em comunicar ao consumidor informações confiáveis e imagens alinhadas com a proposta envolvida. Para essa análise são apresentados e discutidos nesse artigo os principais selos de certificação de “baixo carbono” aplicados a alimentos.

O artigo desenvolve, após esta introdução, as ferramentas utilizadas para verificação das emissões de GEE (seção 4.2), divididas em: as diretrizes do IPCC para inventários nacionais de emissões de GEE (sub-seção 4.2.1); e a ACV (sub-seção 4.2.2). Em seguida apresenta exemplos de certificação e comunicação (seção 4.3) e finaliza com as considerações finais do estudo (seção 4.4).

## **4.2 Cálculo e diretrizes para a verificação de emissões de GEE**

A perspectiva de desenvolvimento de metodologias aplicáveis no sentido de quantificar e monitorar o impacto de práticas na redução da emissão de GEE na produção agrícola, sob as diversas condições edafoclimáticas, representa um desafio considerável para a seleção das melhores práticas e para o desenvolvimento de um sistema de certificação capaz de promover um mercado específico para produtos oriundos de sistemas agrícolas “de baixo carbono” (Paustian et al., 2016).

Mesmo assim, foram desenvolvidos aplicativos computacionais de linguagem e operação acessíveis, de modo a permitir que os próprios agricultores compartilhem

informações, selecionem as melhores práticas e construam indicadores capazes de certificar suas unidades produtivas como “de baixo nível de emissão de GEE”.

Em um relatório comparando diferentes ferramentas de cálculo de emissões de GEE disponíveis, Deneff et al. (2012) compilaram informações referentes às características básicas de calculadoras, protocolos e modelos utilizados para esse propósito. O panorama traçado pelos autores permite ao usuário enxergar uma vasta gama de metodologias aplicáveis à contabilização de emissão de GEE em sistemas agrícolas e florestais e em diferentes escalas – propriedade, instituições e projetos. Exemplos como o *Cool Farm Tool*<sup>8</sup>, desenvolvido pela organização *Cool Farm Alliance*, e o *COMET-Farm*<sup>9</sup>, fruto de uma parceria entre o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos - USDA e a Universidade Estadual do Colorado, podem ser explorados, dentre as 32 ferramentas elencadas pelos autores, como calculadoras de emissões de GEE para cadeias produtivas de grãos, pecuária, laticínios e vinho, por exemplo (Tabela 1). Esses aplicativos incorporam modelos baseados em fatores de emissão empíricos ou modelos que sejam ambos empíricos e baseados em processos que simulem emissões de GEE por atividades agrícolas e florestais, permitindo integrar conhecimento local na gestão das melhores práticas, com mapas detalhados de solo e indicadores climáticos, sensoriamento remoto e modelos sofisticados de cálculo das emissões de GEE.

Dentre as metodologias aplicadas nas ferramentas de contabilização de emissões de GEE, duas em especial se propõem a guiar o desenvolvimento de sistemas de cálculo, protocolos e modelos de análise: as diretrizes do IPCC para inventários nacionais de GEE e as bases de dados para Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) (Richards, 2018).

#### 4.2.1 Diretrizes do IPCC para inventários nacionais de GEE

A metodologia do IPCC, publicada em 2006, traz em seu quarto volume as diretrizes para contabilização de emissões da agricultura, floresta e outros usos da terra. O método apresenta o cálculo de emissão de uma determinada atividade agrícola baseado em seu fator de emissão. A seguinte fórmula resume o cálculo: emissão = dados da atividade x fator de emissão, cujos fatores podem ser obtidos na *Emission Factor Database*<sup>10</sup>.

---

<sup>8</sup> Mais informações podem ser encontradas no site <http://www.coolfarmtool.org/>

<sup>9</sup> Mais informações podem ser encontradas no site <http://cometfarm.nrel.colostate.edu>

<sup>10</sup> Mais informações podem ser encontradas no site <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php>

Os dados da atividade decorrem de intervenções humanas que resultem em emissões de GEE ou remoções de carbono durante um período determinado. Os resultados expressam as emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). A base de dados dos fatores de emissão do IPCC é o padrão global seguido para atividades agrícolas individuais (IPCC, 2006; Richards, 2018).

O IPCC divide seus métodos para a construção de um inventário de emissões de GEE conforme três níveis de complexidade. Esses níveis são chamados de *tiers*: *tier 1* – é o método mais simples, utiliza fatores de emissão baseados em médias regionais ou globais; *tier 2* – utiliza dados mais desagregados e de locais específicos; *tier 3* – refere-se a modelos e medidas mais complexos e específicos, produz resultados mais acurados (IPCC, 2006).

Um exemplo da aplicação dessa metodologia no desenvolvimento de uma ferramenta de contabilização da pegada de carbono de um sistema de produção agrícola pode ser encontrado na Austrália: o *Vegetable Carbon Calculator*<sup>11</sup> - desenvolvido a partir de uma parceria entre governo australiano, associações de produtores e órgãos de pesquisa - calcula as emissões de GEE para a horticultura e utiliza os fatores de emissão disponibilizados pelas diretrizes do IPCC (Deuter, 2008).

Um refinamento desse protocolo do IPCC foi publicado em 2019, propondo a atualização dos fatores de emissão empregados para estabelecer os inventários de emissões de GEE (IPCC, 2019).

#### **4.2.2 Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)**

A quantificação dos GEE baseada na Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) de um produto fornece informações referentes aos impactos gerados em cada etapa do processo produtivo, desde a aquisição de insumos, a transformação e o transporte. Tal escopo de avaliação pode ser estendido até a venda, consumo e descarte dos resíduos (Liu; Wang; Su, 2016).

Geralmente utilizada no âmbito do produto, pode expressar a quantidade de GEE combinados (CO<sub>2</sub> equivalente) emitida para produzir uma unidade de um determinado produto - 1 kg de batata, por exemplo. Pode ser aplicada em diferentes elos da cadeia produtiva, requerendo dados específicos e, preferencialmente, acurados, possibilitando a identificação da pegada de carbono separada por tipo de atividade, prática ou tecnologia. A

---

<sup>11</sup> Mais informações podem ser encontradas no site <http://www.vegiecarbontool.com/>

ACV fornece um retrato das emissões de CO<sub>2</sub> equivalente em um determinado espaço geográfico e sob uma dinâmica pré-determinada por quem avalia o sistema, subsidiando decisões estratégicas em diferentes escalas, desde o gestor de uma unidade produtiva até um grupo de tomadores de decisão (Birkenberg; Birner, 2018; Notarnicorla et al., 2015). A definição dos limites do sistema submetido à ACV é de suma importância, em geral, duas abordagens são utilizadas: i) do berço ao túmulo ou B2C – *business to consumer*, a qual envolve a contabilidade das emissões geradas pela entrada de matéria-prima e insumos para a produção, o processo produtivo e logístico, o uso ou consumo do produto e o descarte de resíduos; ii) e do berço ao portão ou B2B – *business to business*, que contabiliza as emissões de GEE geradas desde a produção até o varejo (Damert; Morris; Guenther, 2019; Wu et al., 2015).

Para prover medidas e monitoramento de emissões de GEE, duas ferramentas podem ser utilizadas como base de dados de ACV específicas para sistemas produtivos agrícolas e de alimentos: a *World Food Life Cycle Assessment Database* (WFLDB) (Quantis, 2019) e a *Agri-footprint* (Blonk Consultants, 2019). Nesses bancos de dados, por exemplo, é possível consultar o fator de emissão para algumas práticas agrícolas. Para o cultivo de arroz em áreas não alagadas, o fator de emissão considerado pelo WFLDB é 1,3 kg CH<sub>4</sub>/hectare/dia, o qual é ajustado conforme o regime hídrico da região analisada antes da semeadura e a duração e frequência dos ciclos produtivos para essa cultura. Baseado nessa metodologia, as emissões anuais de metano pelo cultivo de arroz podem chegar a 71 kg na China e 219 kg na Índia, por exemplo (Nemecek et al., 2015).

No Brasil, a ACV serve como base para o cálculo da intensidade de carbono do biocombustível. A ferramenta desenvolvida para realizar os cálculos se chama *RenovaCalc<sup>MD</sup>* e é parte da Política Nacional de Biocombustíveis, o RenovaBio, conforme lei 13.576, de 26 de dezembro de 2017 (Brasil, 2017; Matsuura et al. 2018). A calculadora abrange todos os elos da cadeia produtiva, calculando as emissões e fluxos de materiais e energia gerados desde a produção da matéria-prima vegetal para a produção do biocombustível, até seu processamento, transporte e uso como combustível para motores.

Tabela 1. Ferramentas para o cálculo de emissões de GEE para sistemas produtivos agrícolas

Ferramenta	País de origem	Metodologia	Aplicação
COMET-Farm <sup>TM</sup>	EUA	IPCC	Agropecuária
Cool Farm Tool <sup>TM</sup>	Reino Unido	ACV/IPCC	Agropecuária
RenovaCalc <sup>MD</sup>	Brasil	ACV	Biocombustíveis
Vegetable Carbon Calculator	Austrália	IPCC	Horticultura

Fonte: Deneff et al., 2012; Deuter, 2008; Matsuura et al., 2018. Elaborado pelo autor.

A padronização e a normalização das metodologias que buscam quantificar a pegada de carbono de produtos e processos são guiadas internacionalmente pelos protocolos de ACV da *International Organization for Standardization* (ISO 14040, 2006) e aplicadas no Brasil pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). As normas ISO tratam dos procedimentos referentes a rótulos e declarações ambientais (ISO 14025, 2006), validação de verificações de emissões de GEE (ISO 14064-3, 2019), e diretrizes voltadas apenas para a quantificação e comunicação da pegada de carbono e seu impacto nas mudanças climáticas (ISO 14067, 2018; ISO/TS 14067, 2013). O *Publicly Available Specification* (PAS) 2050, desenvolvido pelo *British Standards Institute* e o *GHG Protocol Product Life Cycle Standard*, elaborado pelas organizações *World Resources Institute* (WRI) e *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD), são exemplos de metodologias utilizadas para contabilização de GEE, baseadas nos protocolos de ACV da ISO (Liu; Wang; Su, 2016).

Quanto ao nível de análise, as metodologias apresentadas podem ser aplicadas tanto ao ciclo de vida de um produto específico, caracterizando uma análise de processo – *bottom-up*, onde dados primários são requeridos para a contabilidade de emissões; quanto a sistemas econômicos, cadeias produtivas e cadeias de suprimentos, onde uma análise ambiental envolvendo o fluxo de insumos e produtos intra e inter-setorial pode ser aplicada para estimar as emissões geradas a nível regional – *top-down*, por exemplo; ademais, um modelo híbrido entre os dois níveis de análise anteriores, pode ser aplicado a nível organizacional e a unidades produtivas, onde dados primários inerentes ao processo são complementados por estimativas externas referentes, por exemplo, a meios para transporte de produtos e trabalhadores e à construção de dispositivos tecnológicos e equipamentos utilizados no sistema produtivo (Damert; Morris; Guenther, 2019).

Tabela 2. Diretrizes para verificação de emissões de GEE na agricultura e produção de alimentos.

Metodologia	Protocolo	Nível de análise	Escopo	Inventários/Base de dados
<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> (IPCC)	Diretrizes para inventários nacionais de emissões de GEE <sup>a</sup>	Tier 1 - utiliza fatores de emissão baseados em médias regionais ou globais Tier 2 - utiliza dados mais desagregados e de locais específicos Tier 3 - refere-se a modelos e medidas baseados em dados observados e mais	Cradle-to-gate	Emission Factor Database (EDFB) <sup>d</sup>

		específicos		
<b>Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)</b>	GHG Protocol <sup>b</sup> ISO 14040 – descreve princípios e procedimentos para ACV <sup>c</sup> ISO 14025 - trata dos procedimentos referentes a rótulos e declarações ambientais <sup>c</sup> ISO 14064-3 – trata da validação de verificações de emissões de GEE <sup>c</sup>	Produto	Business to business (B2B) or cradle-to- gate	<i>World Food Life Cycle Assessment Database</i> (WFLDB) <sup>e</sup>
	ISO 14067 – diretrizes para quantificação da pegada de carbono de produtos ISO/TS 14067 - diretrizes para quantificação e comunicação da pegada de carbono de produtos <sup>c</sup> Publicly Available Standards (PAS) 2050 <sup>b</sup>	Organizacional	Business to consumer (B2C) or cradle-to- grave	Agri-footprint <sup>f</sup>

Fonte: <sup>a</sup> IPCC, 2006; <sup>b</sup> (Liu; Wang; Su, 2016); <sup>c</sup> ISO 14040, 2006; ISO 14025, 2006; ISO 14064-3, 2019; ISO 14067, 2018; ISO/TS 14067, 2013; <sup>d</sup> <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php>; <sup>e</sup> Quantis, 2019; <sup>f</sup> Blonk Consultants, 2019. Elaborado pelo autor.

O desenvolvimento de indicadores para uma agricultura de baixo nível de emissão de GEE passa pela construção de protocolos e diretrizes baseados em referências, normas, padrões e fatores de emissões bem estruturados e, sempre que possível, calculados empiricamente. A quantificação desses impactos por parte dos produtores ou consultorias especializadas pode subsidiar mecanismos de certificação que buscam comunicar o efeito no meio ambiente de tecnologias e práticas agrícolas mitigadoras das mudanças climáticas. Uma vez que há a possibilidade de engajar o consumidor na temática, surge uma perspectiva animadora para o desenvolvimento de uma agricultura de baixo carbono.

### 4.3 Certificação e comunicação de emissões de GEE

O desenvolvimento de uma agricultura de baixo carbono passa pela compreensão, por parte do consumidor final e, inclusive, do comprador institucional, dos impactos que os

sistemas produtivos agrícolas exercem sobre as mudanças climáticas (Sheehan et al., 2012). Todos os esforços de mitigação, por parte do elo produtivo da cadeia, apenas terão continuidade, caso demandados por um consumidor consciente da necessidade de redução das emissões de GEE e do uso eficiente dos recursos naturais utilizados no sistema produtivo.

Um mecanismo capaz de servir como interface entre produtores e consumidores é o da certificação. O desenvolvimento de rótulos e selos que provejam informações, sobretudo quantificadas, pode aumentar a propensão de compra e a fidelização do consumidor preocupado com o impacto das mudanças climáticas na sociedade. Além de diminuir a assimetria de informações e permitir a demonstração de transparência do processo produtivo, selos que comunicam a pegada de carbono ou as emissões de GEE, dão ao consumidor a oportunidade de maximizar a utilidade de sua escolha optando por um produto que emitiu menos GEE quando comparado com produtos similares não certificados (Cohen; Vandenberg, 2012). Emberger-Klein & Menrad (2018) pontuam que, dentre os vários rótulos ecológicos existentes, os quais contemplam os mais diferentes setores, vários estão relacionados com a agricultura e os alimentos, são eles: “baixo carbono”, “intensidade de carbono”, “classificação do carbono”, “redução de carbono” e rótulos de “carbono neutro” (Tabela 3). Os objetivos e metodologias que subsidiam o desenvolvimento desses rótulos são: i) rótulos de baixo carbono comunicam a gestão do carbono de um produto específico, baseado em uma avaliação singular de seu ciclo de vida; ii) a intensidade de carbono é medida através da relação entre as emissões geradas pelo produto durante seu ciclo de vida e sua conversão em uma unidade final de produto – quilo ou litro, por exemplo – e é comparada com produtos concorrentes; iii) o rótulo de classificação de carbono baseia-se no cálculo médio da intensidade de carbono, a partir de práticas mitigadoras padrão, resultando em uma classificação antecipada da intensidade de carbono; iv) os rótulos que comunicam a redução de carbono também são baseados na ACV e significam a contribuição para redução de emissões em nível nacional ou global; v) para ser enquadrado como carbono neutro, o produto compensa suas emissões em nível global através da compra de créditos de carbono ou apoio a implementação de práticas e tecnologias capazes de sequestrar carbono, como o plantio de árvores, por exemplo. Para ser rotulado como carbono neutro o conhecimento prévio da pegada de carbono ou ACV do sistema ou produto é necessário (Walter; Schmidt, 2008).

Uma vez que todos os mecanismos de certificação existentes são de adesão voluntária, o modelo de governança dos sistemas de certificação, decorrente da natureza

pública ou privada dos órgãos executores, pode ser variável (Sheehan et al., 2012). Em geral, as diretrizes sobre protocolos e procedimentos de análise e verificação de emissões são privadas, como é o caso da ABNT no Brasil, ou públicas, a exemplo do PAS 2050 no Reino Unido, porém, a auditoria e comunicação das emissões através de rótulos é realizada por uma terceira parte, geralmente privada.

Tabela 3. Tipos de selos que certificam emissões de GEE.

<b>Tipos de rótulos<sup>a</sup></b>	Baixo carbono	Intensidade de carbono	Classificação do carbono	Redução de carbono	Carbono neutro
<b>Objetivos<sup>b</sup></b>	Comunicar emissões de um único produto ou sistema	Relação de emissões com conversão em produto final, compara produtos/sistemas	Média da intensidade de carbono, informa as emissões antecipadamente	Contribuição para redução de emissões nacionais e globais	Compensação de práticas mitigadoras não suficientes através de créditos de carbono

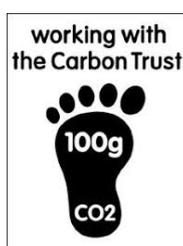
Fonte: <sup>a</sup>Emberger-Klein e Menrad (2018); <sup>b</sup>Walter e Schmidt (2008). Elaborado pelo autor.

Grande parte dos mecanismos de certificação de produtos agrícolas oriundos de sistemas comprometidos com a redução e comunicação de suas emissões de GEE é baseada em ACV e considera todo o ciclo do produto (ex-ante e ex-post). Tal metodologia é adequada principalmente para bens manufaturados, entretanto, para a produção agrícola, ela pode se tornar genérica e carente de contabilizações confiáveis, visto que as práticas agrícolas e pecuárias, além do modo de preparo e descarte dos resíduos dos alimentos pode variar consideravelmente para um mesmo produto, conforme as especificidades técnicas de cada produtor e os hábitos peculiares a cada consumidor (Birkenberg; Birner, 2018). Sabendo-se da importância da adoção de práticas agrícolas que reduzam as emissões de GEE e, ao mesmo tempo, da inserção da pegada de carbono como critério influente sobre o comportamento do consumidor, o desenvolvimento de mecanismos de certificação adaptados aos modelos de produção agrícola são importantes. Nesses casos, as iniciativas setoriais podem reduzir os custos de transação inerentes à implantação de um sistema certificador e transmitir com maior assertividade as informações para o comprador ou consumidor (Blomqvist, 2009; Cohen; Vandenberg, 2012).

O pioneirismo em comunicar as emissões de GEE geradas pelo processo de produção de bens de consumo foi da organização não-governamental Carbon Trust, que em 2006 lançou um programa de certificação para a pegada de carbono de produtos, baseada no PAS 2050 (Schaefer; Blanke, 2014). Hoje, a Carbon Trust também certifica a redução e compensação da pegada de carbono de organizações e cadeias de suprimentos, além de

comunicar as emissões de setores como o leiteiro e de produção de rações (Carbon Trust, 2018). Ademais, a organização dá suporte para a implantação de mecanismo de certificação para emissões de GEE em diversos países como Austrália e Brasil, esse último capitaneado pela ABNT, o qual será abordado mais adiante (Liu; Wang; Su, 2016). O selo comunica o comprometimento organizacional em reduzir emissões ou a quantidade de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>e) emitida no processo de produção, através do desenho de uma pegada (Figura 1).

Figura 1. Rótulo *Carbon Trust* que comunica as emissões de GEE e o compromisso da organização em reduzir as mesmas (Reino Unido).



Fonte: Google Imagens.

Outro exemplo de mecanismo de certificação que visa garantir a redução dos impactos dos sistemas produtivos agrícolas nas mudanças climáticas e, ao mesmo tempo, maximizar a utilidade da escolha do consumidor por produtos que mitiguem ou anulem emissões de GEE é o selo sueco *Klimatcertifiering För Mat* – KFM<sup>12</sup>, que pode ser traduzido como Certificação Climática para Alimentos. O selo é fruto da iniciativa de dois órgãos suecos de certificação: KRAV e *Swedish Seal* (Svenskt Sigill). O selo abrange diversos setores relacionados à produção agrícola e de alimentos. As cadeias produtivas de flores, grãos, vegetais produzidos em estufas, pescados, leite e pecuária são contempladas pelo selo. Além de considerar os impactos do transporte e logística nas mudanças climáticas. O cálculo das emissões de GEE para cada cadeia produtiva obedece a perspectiva da ACV e somente pode ser certificado como baixo impacto ambiental aquele produtor que estiver atrelado a outro programa de certificação que vise produções sustentáveis. Por exemplo, o selo KRAV certifica produtos orgânicos, a obtenção da “Certificação Climática para Alimentos” é uma evolução do sistema já existente. Embora a quantificação das emissões de GEE não seja um requisito obrigatório, o selo KFM estabelece alguns critérios rígidos, como por exemplo, a utilização de 100% de energia elétrica proveniente de fontes renováveis e a presença, para produtos compostos, de, no mínimo, 90% do seu peso de matéria-prima certificada

<sup>12</sup> Mais informações podem ser encontradas no site <http://www.klimatmarkningen.se/in-english>

(Klimatmarkning För Mat, 2010). O selo comunica que as emissões foram verificadas e os critérios obedecidos (Figura 2).

Figura 2. Rótulo *Klimatcertifiering För Mat – KFM* (Suécia).



Fonte: Google Imagens.

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) dispõe de documentos que guiam e referenciam empresas e produtos engajados na quantificação de suas pegadas de carbono e emissões de GEE, bem como, na comunicação da responsabilidade ambiental através de rótulos ecológicos (ABNT, 2019). Os critérios para certificação de produtos com baixo impacto ambiental são delineados por um comitê técnico que apoia a entidade executora, no caso a ABNT, nas análises de emissões e conformidades ecológicas. Esses critérios são baseados na ACV e em práticas ambientalmente corretas, como a priorização do uso de energias renováveis, descarte adequado de resíduos e controle sobre o uso e descarte de defensivos agrícolas e fertilizantes. A produção vegetal é contemplada em um documento que regimenta a pegada de carbono para produção de poliol vegetal - a qual utiliza óleos vegetais, como o de mamona e soja, alternativamente a compostos químicos, na geração de poliuretanos (ABNT, 2016). As mesmas diretrizes podem ser seguidas para enquadrar a produção de café, chás e outros produtos agrícolas que pretendam comunicar a redução ou o comprometimento em reduzir suas emissões de GEE em um rótulo ecológico, chamado *Pegada de Carbono* (ABNT, 2017). O rótulo não comunica a quantidade de CO<sub>2</sub>e emitido (Figura 3).

Figura 3. Rótulo *ABNT Pegada de Carbono* (Brasil).



Fonte: Logomarca cedida ao autor pela Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Além da pegada de carbono, a compensação de carbono através do plantio de árvores ou aquisição de créditos de carbono é aplicada em atividades do agronegócio como a agropecuária. Um selo privado, chamado *Carbono Neutro*<sup>13</sup> e outro público, desenvolvido pela Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), batizado de Carne Carbono Neutro (CCN) (Figura 4), sinalizam que as emissões geradas no processo produtivo de um determinado produto foram compensadas. O selo CCN, por exemplo, utiliza as diretrizes do IPCC para calcular as emissões de GEE geradas pela pecuária em sistemas de produção integrada, que são compensadas pela presença da atividade florestal no sistema, a qual captura o carbono atmosférico, neutralizando as emissões (Alves et al., 2018).

Figura 4. Rótulos de *Carbono Neutro* (esquerda) e *Carne Carbono Neutro* (direita), ambos brasileiros.



Fonte: Logomarca do selo Carbono Neutro cedido pela empresa Max Ambiental; Selo Carne Carbono Neutro (Google Imagens).

Rótulos desenhados de modo a facilitar a comparação com outros produtos da mesma categoria ou, até mesmo, classificar o impacto podem facilitar a compreensão por parte do consumidor do propósito da certificação. É o caso do rótulo desenvolvido pela rede de varejo francesa *Casino*, o *Indice Carbone*<sup>14</sup> (Figura 5), no qual a quantidade de CO<sub>2</sub>e é mostrada em uma escala que vai do fraco até o forte impacto ambiental.

Figura 5. Rótulo *Indice de Carbone* (França) e sua escala de impacto ambiental.



Fonte: Google Imagens.

Como mostram estudos realizados com consumidores, em geral, o consumidor possui uma consciência ambiental latente e uma preocupação com aspectos relativos à sustentabilidade, porém, essas motivações podem não se tornar práticas efetivas pelo fato de

<sup>13</sup> Mais informações podem ser encontradas no site <http://www.maxambiental.com.br/carbono.php>

<sup>14</sup> Mais informações podem ser encontradas no site <https://www.csreurope.org/casino-casino-carbon-index#.Xasm1-hKjIU>

o consumidor subestimar o impacto causado no ciclo de vida de um produto alimentício pela falta de informações compreensíveis ou por acreditar que a tarefa cotidiana de consumir alimentos já o faz conhecedor dos complexos processos de produção, distribuição e consumo (Camilleri et al., 2019; Barcellos et al., 2011; Grunert; Hieke; Wills, 2014). O desafio em comunicar corretamente ao consumidor o impacto ambiental do produto, passa pelo estabelecimento de normas e padrões confiáveis e que assegurem a transparência da informação que está sendo transmitida, evitando assim, o *green washing*, ou seja, quando um produto ou organização declara o baixo impacto ambiental, porém não emprega práticas efetivas para redução de suas emissões de GEE (Chen; Chang, 2013).

Guardadas as devidas características do consumidor europeu em comparação com o consumidor brasileiro, em um estudo conduzido em 6 países da Europa, Feucht & Zander (2018) mostram que a presença de selos de carbono pode aumentar a probabilidade de compra e propensão em pagar mais por produtos certificados em até 20%, embora as autoras também evidenciem, no mesmo estudo, que exista uma maior predileção por produtos locais do que por aqueles com selos de carbono. Em outro estudo, conduzido na Alemanha, Emberger-Klein & Menrad (2018) mostram que prover informações adicionais àquelas constantes nos rótulos aumenta o foco do consumidor nos selos de carbono, que podem passar a ser um critério de compra. Um estudo conduzido na Suécia por Blomqvist (2009) mostra que selos de certificação ambiental que explicitam a porcentagem de redução de carbono no sistema produtivo considerado, aumentam a probabilidade de o consumidor pagar mais pelo produto certificado e, até mesmo, cogitar a mudança de hábitos alimentares a favor desses produtos.

#### **4.4 Considerações finais**

O desenvolvimento de uma agricultura de baixo carbono passa pela análise do potencial de mitigação das mudanças climáticas embutidos em mecanismos tecnológicos e práticas agrícolas. Mecanismos de certificação para sistemas agrícolas propondo a contabilização das emissões de GEE e da pegada de carbono, vêm sendo desenvolvidos em diferentes partes do mundo o que indica que existe uma crescente preocupação para com a validação de práticas e tecnologias agrícolas com capacidade de mitigação das mudanças climáticas.

Atuando como interface entre as práticas mitigadoras e redutoras de riscos dos produtores e a estimulação de um consumo consciente, os mecanismos de certificação

podem assegurar a transmissão de informações de forma transparente para o consumidor, ao mesmo tempo em que permitem, através de suas ferramentas de cálculos de emissões, que o gestor da unidade produtiva identifique pontos fracos (aqueles com maior impacto ambiental) em seu sistema agrícola e promova práticas ou adote tecnologias que reduzam as emissões de GEE.

As ferramentas para o cálculo das emissões de GEE por sistemas agrícolas ou produtos existem e estão disponíveis. Em sua maioria, essas ferramentas são livres e acessíveis. Entretanto uma correta verificação das emissões exige uma considerável quantidade e acurácia de dados. Dados esses, que podem ser gerados através de medições empíricas ou em sistemas que utilizam modelos de simulação de emissões. Duas metodologias principais foram identificadas como base para o desenvolvimento dessas ferramentas de cálculo de emissões: as diretrizes do IPCC para inventários de GEE e a avaliação de ciclo de vida (ACV). O desenvolvimento de inventários com fatores de emissão que representem a diversidade de práticas de cultivo e características de cada unidade produtiva é um grande desafio para a verificação das emissões de GEE de produtos oriundos de sistemas agrícolas.

A construção de um sistema de certificação também pode enfrentar desafios de ordem institucional, uma vez que pode envolver atores públicos e privados (Cohen; Vandenberg, 2012). O ajuste da consonância dos objetivos, bem como, das justificativas para a adesão a um sistema de certificação de emissões de GEE, pode derivar debates sobre a definição dos padrões e referências que guiarão a certificação e o seu caráter voluntário ou compulsório (Bonnedahl; Eriksson, 2011).

Apesar da oportunidade de mercado gerada pela certificação estar relacionada com a agregação de valor ao produto e aumento da probabilidade de compra do produto pelo consumidor consciente, em setores de produção de commodities agrícolas, por exemplo, esse mecanismo pode afetar a competitividade do produto, visto que nesse mercado pautado pelo preço, qualquer aumento de custo fixo pode resultar em margens de lucro reduzidas para o produtor (Sheehan et al., 2012).

Embora existam muitos rótulos de carbono, a maioria está vinculada aos setores da indústria de bens manufaturados e de energia. Aqueles relacionados com a agricultura e produção de alimentos sustentáveis, em função do menor uso de insumos e respeito à biodiversidade, estão relacionados com a certificação de produtos orgânicos ou provenientes de práticas agroecológicas. O caráter da certificação para emissões de GEE, restringe-se à comunicação da redução do impacto nas mudanças climáticas, sendo os parâmetros

analisados e as metodologias empregadas diferentes de outras certificações que consideram aspectos únicos e de fácil compreensão como o bem-estar animal, a ausência de resíduos de pesticidas ou a garantia de condições de trabalho justas na produção.

Além disso, as alternativas de certificação de alimentos de “baixo carbono” consideram marginalmente o mecanismo básico para o sequestro de carbono na agricultura. Essa questão só é contemplada parcialmente quando realizado pela cobertura arbórea no sistema produtivo – comum em sistemas agroflorestais e que integram lavoura-pecuária-floresta – onde as emissões de GEE geradas pelo sistema produtivo são compensadas pela remoção de carbono da atividade florestal (Wilson; Lovell, 2016).

Dessa forma, parece haver um desafio em incorporar nas análises de verificação de emissões o potencial agrícola de, em termos líquidos, reduzir o impacto nas mudanças climáticas e, posteriormente, comunicar a um consumidor cada vez mais consciente esse baixo impacto (Schaefer; Blanke, 2014)

Percebe-se que existem diferentes tipos de rótulos de carbono e formas de comunicar ao consumidor que um determinado produto tem um baixo impacto ambiental, em especial, nas mudanças climáticas. A ausência de um padrão único para verificar, certificar e comunicar esse impacto pode, por vezes, dificultar a definição do consumidor, que, em geral, faz uso de uma escolha racional, onde aspectos como a utilidade do produto, preço e atributos intrínsecos podem ser mais relevantes do que os possíveis efeitos colaterais causados por seus hábitos de compra e consumo (Blomqvist, 2009; Grunert; Hieke; Wills, 2014).

Portanto, é importante que estudos aplicados a consumidores sejam realizados, de forma a analisar as motivações latentes nos indivíduos e a transformação de suas atitudes pró-ambientais em efetivo uso da informação transmitida pelos selos que certificam as emissões de GEE em alimentos. Ao promover os ajustes necessários, o potencial de mitigação das mudanças climáticas pela produção de alimentos pode ser auxiliado por um consumo não só consciente, mas também atuante.

## Referências

ABNT. Regra de categoria do produto para poliol vegetal. PE-366.01. Abr. 2016. Disponível em:  
<<https://www.abntonline.com.br/CERTODADOS/Document.aspx?a=vwXDeskC%2Bzao9Th8JhQy0A%3D%3D>>

ABNT. Rótulo ecológico para produtos agrícolas. PE-392.0A. 2017. Disponível em: <<https://www.abntonline.com.br/sustentabilidade/Document?a=YHq%2FCkRanFLTPqyJzIOs3Q%3D%3D>>

ABNT. Rótulo Ecológico – Portal da Sustentabilidade. 2019. Disponível em: <<https://www.abntonline.com.br/sustentabilidade/Rotulo/Default>>. Acesso em: 11/02/2019.

ALVES, Fabiana Villa et al. **50 perguntas, 50 respostas sobre a Carne Carbono Neutro (CCN)**. Campo Grande, MS, Brasil.

AULT, T. R.; COLE, J. E.; OVERPECK, J.; PEDERSON, J. T.; MEKO, D. M. Assessing the Risk of Persistent Drought Using Climate Model Simulations and Paleoclimate Data. **Journal of Climate**, v.27, p.7529-7549, 2014.

BARCELLOS, Marcia Dutra et al. Investigating the gap between citizens' sustainability attitudes and food purchasing behaviour: Empirical evidence from Brazilian pork consumers. **International Journal of Consumer Studies**, [s. l.], v. 35, n. 4, p. 391-402, 2011.

BELLARBY, J.; FOEREID, B.; HASTINGS, A.; SMITH, P. **Cool Farming: Climate impacts of agriculture and mitigation potential**, Greenpeace International. Amsterdam. 44 p., 2008.

BIRKENBERG, A; BIRNER, R. The world's first carbon neutral coffee: Lessons on certification and innovation from a pioneer case in Costa Rica. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 189, p. 485-501, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.226>

BLOMQVIST, O. **Different types of climate labels for food products**. 2009. 71 f. Dissertação (International Master's Programme in Environmental Studies and Sustainability Science) - Lund University Center for Sustainability Studies. Lunds. 2009.

BLOK CONSULTANTS. About Agri-footprint. Disponível em: <<http://www.agri-footprint.com/users/>>. Acesso em: 11/02/2019.

BONNEDAHL, K. J.; ERIKSSON, J. The role of discourse in the quest for low-carbon economic practices: A case of standard development in the food sector. **European Management Journal**, [s. l.], v. 29, n. 3, p. 165-180, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.emj.2010.10.008>>

BRASIL. Adaptação às mudanças do clima: impactos sobre a agricultura brasileira. Fundação Eliseu Alves. PROJETO BRA/06/032 - BRASIL TRÊS TEMPOS CARTA DE ACORDO Nº 25760/2014. **Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (SAE/PR)**. 2015.

BRASIL. Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil. **EMBRAPA**. 2008.

BRASIL. Lei nº 13.576 de 26 de dezembro de 2017. Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências. 2017.

CAMILLERI, Adrian R. et al. Consumers underestimate the emissions associated with food but are aided by labels. **Nature Climate Change**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 53-58, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/s41558-018-0354-z>>

CARBON TRUST, 2018. Carbon footprint guide. Disponível em: <https://www.carbontrust.com/resources/guides/carbon-footprinting-and-reporting/carbon-footprinting/>. Acesso em: 19/10/2019.

CHEN, Y.S.; CHANG, C.H. Greenwash and green trust: the mediation effects of green

consumer confusion and green perceived risk. **Journal of Business Ethics**, v. 114, n. 3, p. 489-500, 2013. DOI: 10.1007/s10551-012-1360-0

CHUANMIN, S. et al. Consumer behaviour on low-carbon agri-food purchase: A carbon labelling experimental study in China. **Agricultural Economics (Czech Republic)**, [s. l.], v. 60, n. 3, p. 133-146, 2014.

COHEN, M. A.; VANDENBERGH, M. P. The potential role of carbon labeling in a green economy. **Energy Economics**, v. 34, n. SUPPL.1, p. S53-S63, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2012.08.032>>

CZARNEZKI, J. J. The Future of Food Eco-Labeling: Organic, Carbon Footprint, and Environmental Life-Cycle Analysis. **Stanford Environmental Law Journal**, [s. l.], v. 30, n. 3, p.

DAMERT, Matthias; MORRIS, Jonathan; GUENTHER, Edeltraud. Carbon Footprints of Organizations and Products. [s. l.], p. 1-14, 2019.3-49, 2015.

DENEF, K.; PAUSTIAN, K.; ARCHIBQUE, S.; BIGGAR, S.; PAPE, D. **Report of Greenhouse Gas Accounting Tools for Agriculture and Forestry Sectors**. Interim report to USDA under Contract No. GS-23F-8182H. 2012.

DEUTER, P. **Discussion Paper 5 - Who will use the vegetable carbon tool?** Horticulture Australia Ltd. [s.l: s.n.]. Disponível em: <[https://www.daf.qld.gov.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0003/56280/Hort-Fruit-Drought-Carbon-Report5.pdf](https://www.daf.qld.gov.au/__data/assets/pdf_file/0003/56280/Hort-Fruit-Drought-Carbon-Report5.pdf)> <[http://ausveg.com.au/intranet/technical-insights/docs/130044\\_VG09190-Final-Report-Complete.pdf](http://ausveg.com.au/intranet/technical-insights/docs/130044_VG09190-Final-Report-Complete.pdf)>.

DIFFENBAUGH, N.S.; SCHERER, M.; TRAPP, R.J. Robust increases in severe thunderstorm environments in response to greenhouse forcing. **PNAS**, 110 (41), 16361-16366, 2013.

EMBERGER-KLEIN, A.; MENRAD, K. The effect of information provision on supermarket consumers' use of and preferences for carbon labels in Germany. **Journal of Cleaner Production**, n. 172, p. 253-263, 2018.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Climate change and food systems: global assessments and implications for food security and trade**. 2015.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Climate-smart agriculture for development**. 2012.

FEUCHT, Y; ZANDER, K. Consumers' preferences for carbon labels and the underlying reasoning. A mixed methods approach in 6 European countries. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 178, p. 740-748, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.236>>

GREEN, J. K.; SEMEVIRATNE, S. I.; BERG, A. M.; FINDELL, K. L.; HAGEMANN, S.; LAWRENCE, D. M.; GENTINE, P. Large influence on long-term terrestrial carbon intake. **Nature**, n. 565, p. 476 - 479, 2019.

GRUNERT, Klaus G.; HIEKE, Sophie; WILLS, Josephine. Sustainability labels on food products : Consumer motivation, understanding and use. **Food Policy**, [s. l.], v. 44, p. 177-189, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodpol.2013.12.001>>

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Fifth Assessment Report (AR5) – 2015. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/>>

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation (editors: Field, C. B. et al.). Cambridge Univ. Press, 2012.

IPCC. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan. 2006.

IPCC. Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. 2019. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>>. Acesso em 06/02/2019.

ISO 14025, 2006. Environmental Labels and Declarations e Type III Environmental Declarations e Principles and Procedures. International Organization for Standardization, Geneva.

ISO 14040, 2006. Environmental management – Life cycle assessment – Principles and Framework. International Organization for Standardization, Geneva.

ISO 14064-3, 2019. Greenhouse gases – Part 3: Specification with guidance for the verification and validation of greenhouse gas statements. International Organization for Standardization, Geneva.

ISO/TS 14067, 2013. Greenhouse gases – Carbon footprint of products – Requirements and guidelines for quantification and communication. International Organization for Standardization, Geneva.

ISO 14067, 2018. Greenhouse gases – Carbon footprint of products – Requirements and guidelines for quantification. International Organization for Standardization, Geneva.

KARL, T. R.; ARGUEZ, A.; HUANG, B. et al. Possible artifacts of data biases in the recent global surface warming hiatus. **Science**, v.348, n. 6242, p. 1469-1472, 2015.

KLIMATMARKNING FOR MAT. Criteria for Mitigation of Climate Impact from Food Production and Distribution. [s. l.], 2010. Disponível em: <<http://www.klimatmarkningen.se/wp-content/uploads/2009/02/Climate-Certification-of-Food-2010-3.pdf>>

LEHMANN, J. et al. In: Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation (eds Lehmann, J. & Joseph, S.) p. 235–282, Taylor and Francis, 2015.

LIU, Tiantian; WANG, Qunwei; SU, Bin. A review of carbon labeling: Standards, implementation, and impact. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s. l.], v. 53, p. 68–79, 2016.

LOBELL, D. B.; SCHLENKER, W.; COSTA-ROBERTS, J. Climate trends and global crop production since 1980. **Science**, n. 333, p. 616–620, 2011.

LOBELL, D.; SIBLEY, A.; ORTIZ-MONASTERIO, J. I. Extreme heat effects on wheat senescence in India. **Nature Climate Change**, n. 2, p. 186–189, 2012.  
<<http://dx.doi.org/10.1038/nclimate1356>>

NEMECEK, T. et al. Methodological Guidelines for the Life Cycle Inventory of Agricultural Products, Version 3.0. [s. l.], p. 84, 2015.

NOTARNICORLA, B. et al. **Life cycle assessment in the agri-food sector: case studies, methodological issues, and best practices**. London. 2015. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s11367-015-0977-5>>

- MATSUURA, M. et al. **RenovaCalc: Método e ferramenta para a contabilidade da Intensidade de Carbono de Biocombustíveis no Programa RenovaBio**. 2018. p. 60. ANP.
- PAUSTIAN, K. et al. Agricultural soil as a C sink to offset CO<sub>2</sub> emissions. **Soil Use Manage**, n. 13, p. 230–244, 1997.
- PAUSTIAN, K.; LEHMANN, J.; OGLE, S. et al. Climate-smart soils. **Nature**, v. 532, p. 49-57, 2016.
- PORTER, J. R.; XIE, L.; CHALLINOR, A. J.; COCHRANE, K.; HOWDEN, S. M.; IQBAL, M. M.; LOBELL, D. B.; TRAVASSO, M. I. **Food security and food production systems**. In: Field et al. (Eds.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA, pp. 485–533. 2014.
- QUANTIS. World Food LCA Database. Disponível em: <<https://quantis-intl.com/tools/databases/wfdb-food/>>. Acesso em: 11/02/2019.
- RICHARDS, M. **Measure the Chain: Tools for Assessing GHG Emissions in Agricultural Supply Chains**. Report by Ceres, CGIAR, CCAFS, CDP. 2018.
- SCHAEFER, Florian; BLANKE, Michael. Opportunities and Challenges of Carbon Footprint, Climate or CO<sub>2</sub> Labelling for Horticultural Products. [s. l.], p. 73–80, 2014.
- SHEELBEEKA, P. F. A.; BIRDA, F. A.; TUOMISTOB, H. L.; GREENA, R.; HARRISA, F. B.; JOYA, E. J. M.; CHALABIC, Z.; ALLEND, E.; HAINESC, A.; DANGOURA, A. D. Effect of environmental changes on vegetable and legume yields and nutritional quality. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America - PNAS** v. 115, n. 26, p.6804–6809, 2018.
- SHEEHAN, Elizabeth et al. **Carbon Footprints and Labels in a BC agriculture context**. Vancouver, Canada.
- SHEFFIELD, J.; WOOD E. Projected changes in drought occurrence under future global warming from multi-model, multi-scenario, IPCC AR4 simulations. **Climate Dynamics**, v.31, n.1, p: 79-105, 2008.
- SMITH, P.; MARTINO, D.; CAI, Z.; GWARY, D.; JANZEN, H.; KUMAR, P.; MCCARL, B.; OGLE, S.; O'MARA, F.; RICE, C.; SCHOLE, B.; SIROTENKO, O. Agriculture in climate change 2007: mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível em: <[https://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg3/en/ch8s8-3-2.html](https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/ch8s8-3-2.html)>
- SMITH, P. et al. Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). In: **Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change**. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (editors; Edenhofer, O. et al.), p. 813–922, Cambridge Univ. Press, 2014.
- SMITH, S. J.; EDMONDS, J.; HARTIN, C. A.; MUNDRA, A.; CALVIN, K. Near-term acceleration in the rate of temperature change. **Nature Climate Change**, v.5, p. 333–336, 2015.
- TUBIELLO, F. N. et al. The contribution of agriculture, forestry and other land use activities to global warming, 1990–2012. **Glob. Change Biol.**, n. 21, p. 2655–2660, 2015.
- WALTER, Sabine; SCHMIDT, Mario. Carbon Footprints und Carbon Label – eine echte Hilfe bei der Kaufentscheidung? **uwf UmweltWirtschaftsForum**, [s. l.], v. 16, n. 3, p. 175–181, 2008. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s00550-008-0082-3>>

WHEELER, T.; VON BRAUN, J. Climate change impacts on global food security. **Science**, 341, p: 508-513, 2013.

WILSON, M.H.; LOVELL, S.T. Agroforestry - The next step in sustainable and resilient agriculture. **Sustainability (Switzerland)**, 8 (6), 1-15, 2016.

WOOLF, D.; AMONETTE, J. E.; STREET-PERROTT, A.; LEHMANN, J.; JOSEPH, S. Sustainable biochar to mitigate global climate change. **Nature communications**, 1:56, p. 1-9, 2010.

WU, Peng et al. A review of benchmarking in carbon labelling schemes for building materials. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 109, p. 108-117, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.067>>

VERMEULEN, S. J.; CAMPBELL, B. M.; INGRAM, J. S. I. Climate Change and Food Systems. **Annual Review of Environment Resources**, n. 37, p. 195-222, 2012.

ZHAO, C. et al. Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the united States of America - PNAS** v. 114, n. 35, p.9326-9331, 2017.

## CAPÍTULO 5

### 5 Investigating Brazilian consumers' understanding and use of carbon labels in food<sup>15</sup>

#### Abstract

Certification for greenhouse gases (GHG) emissions is one way to commit food production systems in reducing emissions and mitigate climate change. In order to communicate the consumer about this effort, the implementation of carbon labels may assure the transparency of information about the environmental impact of food production, transport and consumption. This study aimed to investigate how consumers' motivation, represented by environmental awareness (New Ecological Paradigm) and human values (Schwartz' Portrait Value Questionnaire), relate to understanding and use of carbon labels in food. Three types of labels were tested: carbon footprint label, carbon neutral label and, for comparison, an organic label. An on-line survey was conducted (N = 308) along Brazilian food consumers. Participants have been requested to answer questions on socio-demographic aspects, psychological variables, labels understanding and self-reported use of labels information. Descriptive statistics and hierarchical regression analysis were applied in the investigation. For a sample mostly young (52.9% 18-34 years old), high educated (58.4% graduate degree) and mid-class (59.8% 2-10 minimal wage) the results show that environmental awareness of consumers is determined by gender, income and values. Understanding of carbon labels is determined by educational level and values, but not by environmental awareness, as expected. Eventually, self-reported use of labels information is determined by educational level, number of children and values. Although the low power of explanation of variance of the regression models, the study brings evidences that motivation and socio-demographic aspects might be more important than understanding of carbon labels when someone is looking for environmental impact information on food packing.

**Key words:** consumer behavior; Brazil; Schwartz Value Scale; carbon literacy; multivariate regression, pro-ecological view

#### 5.1 Introduction

There is evidence that climate change is occurring and is aggravated by anthropic greenhouse gases (GHG) emissions, which increase the global mean temperature and the occurrence of extreme weather events (COUMOU; RAHMSTORF, 2012). The production of food, especially that devoted to agriculture and livestock, responds for circa a quarter of the total GHG emissions in a global scale (SMITH et al., 2014). The high proportion of these emissions are caused by enteric fermentation by ruminants (mainly cattle) and cultivation in flooded lands, which emit methane (CH<sub>4</sub>); the use of synthetic fertilizers, that cause nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) emissions; and liberation of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) by biomass degradation in

---

<sup>15</sup> Capítulo escrito em formato de artigo e no idioma inglês, com vistas à publicação internacional.

crop systems (PAUSTIAN et al., 2016; TUBIELLO et al., 2015; VERMEULEN; CAMPBELL; INGRAM, 2012) .

In recent days, the public concern on climate change and its impacts on present and future livelihoods is increasing and, as consequence, the environmental awareness is pressing and demanding for strategies to cope with this issue (FEUCHT; ZANDER, 2018; PANZONE; LEMKE; PETERSEN, 2016). Once a manager and/or a consumer supports the view that anthropic activities are not excluded of negative impacts on environment in the medium and long terms, the implementation of a scheme that certifies the reduction or compensation of GHG emissions in the production process - or in the whole life cycle of a product, might be an effective way to engage individuals in a sustainable consumption (CAMILLERI et al., 2019).

In order to reduce information asymmetry between production and consumption and turn transparent data on GHG emissions, some certification schemes have been developed and presented to the consumer or buyer through seals or labels that ended up being nominated “carbon labels” (BONNEDAHL; ERIKSSON, 2011; UPHAM; DENDLER; BLEDA, 2011). The carbon labels differ from other types of labels known as “ecological labels” or “sustainability labels”. While ecological labels relate, mainly, to energy efficiency, forest conservation and materials recyclability; and sustainability labels certify dimensions as environmental impact and ethical issues; carbon labels intend to warrant the low level of a specific environmental impact - GHG emissions (BLOMQVIST, 2009).

Nowadays, engaging in the certification of GHG emissions is voluntary. The certification schemes of carbon labels are based on two principal methodologies: Life Cycle Assessment (LCA) and the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Guidelines for National GHG Emissions Inventories. The first step for certification is define the scope of analysis or the boundaries of the system. The assessment could cover ex-ante inputs, processing, transportation, consumption and disposal - scope known as “cradle-to-grave”, or only the process of production, for example. Further, aided by factor emission databases, the accounting of CO<sub>2</sub>e (carbon dioxide equivalent) emissions is performed. It follows with a third-part verification of the standards and of the emission calculation. Eventually, all these information may be communicated to consumer through a label that allows producer to express the reduction or compensation of GHG emissions throughout the life cycle of a product or process (LIU; WANG; SU, 2016; SCHAEFER; BLANKE, 2014; TAN; TAN; KHOO, 2014).

Although the certification schemes follow robust methodologies, there is a challenge to quickly and simply to inform consumer about the environmental impact, in this particular case the GHG emissions, of a determined product (BEATTIE; MCGUIRE, 2016; DE BOER; DE WITT; AIKING, 2016). Several studies have been applied along consumers, regarding their willingness to pay for products labelled as “low-carbon” (FEUCHT; ZANDER, 2018; LI; LONG; CHEN, 2017); also in investigating pro-environmental attitudes and consumers’ purchase behavior (BARCELLOS et al., 2011); and consumers’ perception, understanding and use of information represented in carbon labels (BRUNNER et al., 2018; HARTIKAINEN et al., 2014; KIMURA et al., 2010; LAMPERT; MENRAD; EMBERGER-KLEIN, 2017).

Taking into account this context, this study aims to investigate the consumer understanding and use of carbon labels in Brazil. Thereby, it is based on a previous research carried out by Grunert, Hieke & Wills (2014), who investigated the determinants of sustainability concern, understanding and use of sustainability labels in six European countries. For the authors, individual motivation, measured by human values (Schwartz Value Scale) and sustainability concern, might influence the understanding of information transmitted by labels and, consequently, its use.

In spite of other previous studies have already investigated the consumer motivation, understanding and use of carbon labels, this study is the first to explore, empirically, that interaction in Brazil. Thus, it may bring important evidence that could, in the end, to support the melioration of carbon labels existing in Brazilian market.

This paper follows with a section reserved to present the theoretical basis of the study (Section 2), the method applied (Section 3), the results (Section 4), the discussion of the results (Section 5), the final remarks (Section 6) and, lastly, the references used in the study.

## **5.2 Theoretical basis**

The analytical framework applied in this study is based on previous works that point out the importance of environmental concern in engaging consumers in sustainable food choices (BEATTIE; MCGUIRE, 2018; BARCELLOS et al., 2011; GRUNERT; HIEKE; WILLS, 2014; HOOGLAND; DE BOER; BOERSEMA, 2007; SHEWMAKE et al., 2015). In theory, when exposed to information, the individual has the opportunity to weigh his choice based on his own motivations, values, and perception or actual knowledge of the impacts generated throughout the life cycle of a product (GRUNERT; HIEKE; WILLS, 2014). This complex process of maximizing choices could be influenced not only by moral judgment and

personal norms, but also by utilitarian aspects like price, nutritive value of food, brand and taste preferences (COHEN; VANDENBERGH, 2012). Although modelling human behavior is, per se, a huge challenge, an investigation of how personal profile and motivations might lead to understanding and use of carbon labels could bring to the surface important insights on the efficacy of communication of carbon labels.

When treating human basic values as a motivational driver, the conceptual premise brought by Schwartz & Bilsky (1987) points out that values are beliefs or concepts which shape the selection and evaluation of personal behavior independent of the situation. Thus, personal values have the potential to influence decisions. Hypothetically, domain values as “universalism” and “benevolence”, for example, would correlate positively to environmental concern because they reflect a collectivist view. In the other hand, values as “power” and “hedonism” would be negatively associated to environmental concern because they represent an individualistic view (GRUNERT; JUHL, 1995). Regarding to food choices, several studies have been investigating the association between human values and environmental awareness, firstly on consumption of organic foods, where values were found out to influence consumers’ loyalty (DIAS, 2016) and in signaling pro-social attitudes through buying choices (PUSKA, 2018). In the same way, this approach has been applied on the investigation of consumer concern about his/her food choices and their impact on climate change and sustainability issues. In general, the results corroborate that collectivist values are positively associated with pro-ecological views and environmental concern (GRUNERT; HIEKE; WILLS, 2014; JANSSON; DORREPAAL, 2015).

In this way, values, social and cultural issues, as well as demographical variables, exert influence on environmental awareness (DING et al., 2018). Environmental awareness can be measured by a validated scale rooted on environmental psychology, which is called New Ecological Paradigm (NEP). It attempts to assess the individual “ecological worldview” and the recognition and evaluation of impacts caused by human-nature interaction, as well as the awareness of harms for natural resources and planetary limits of growth (DUNLAP et al., 2000). Previous studies have used this approach to analyze agro-industrial managers intention in adopting sustainable practices (SCHINAIDER, 2018) and consumer willingness to pay for renewable energy expansion (NTANOS et al., 2019). Although NEP scale applying along Brazilian consumers have already shown low level of prediction for consumption attitudes (FREIRE; QUEVEDO-SILVA; FREDERICO, 2013), once it does not reflect purchase behavior specifically, it may shed light on the overall environmental

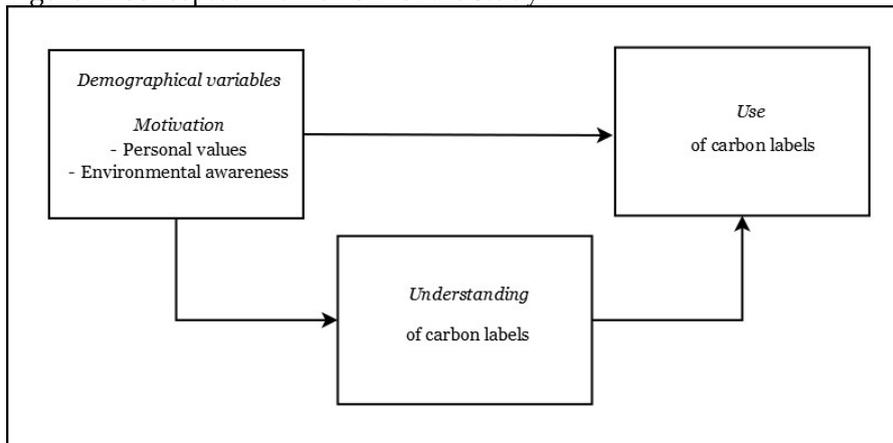
awareness of the consumers, which, in theory, aids the consumers' understanding and use of carbon labels (CAMILLERI et al., 2019).

Understanding of carbon labels is explored in two ways in this study. First, the familiarity of consumers with the design and concepts used in these labels is assessed. Then, the perception of the meaning of carbon footprint, carbon neutral and organic labels is analyzed. It is expected that more motivated consumers perform better than those who are not motivated. Meantime, in the context of food products, the importance of impact can vary considerable depending on the food category. For example, GHG emissions for meat, cereals and vegetables can gather different evaluations by the same consumer. Even knowing the importance of that aspect, this study aims to restrict the investigation to the understanding of concepts and meanings of carbon labels, independent of product categories.

As it has been found out in a previous study carried out by Beattie & McGuire (2018), the implicit attitudes of a consumer – which is defined as judgments took without awareness of the cause-effect or, put simply, the individual unconscious choices – are poorly correlated to self-reported attitudes towards “low-carbon” products, as it would be the choice for food under a carbon label. In another study, Chekima et al. (2016) presented results that deny the high price of “green” products as a barrier for engaging in sustainable consumption, and reveal that variables as gender and education, along with cultural values and environmental attitudes may explain sustainable choices. In another example, this time investigating the adoption of sustainable agriculture practices by farmers, the authors bring evidence that there are different types of environmental concerned individuals – ecocentric and anthropocentric, who can both show pro-environmental attitudes, however, the first is motivated by non-economic factors, meanwhile the second looks for economic gains when exploring natural resources (FOGUESATTO; BORGES; MACHADO, 2019).

Therefore, in the analytical framework purposed and tested in this study (Figure 1), motivational aspects, whether values or environmental awareness, along with demographical variables may influence directly the self-reported use of information about environmental impact on food packings, or indirectly, by increasing or not the understanding of usual concepts of carbon labels. Understanding, in its turn, might have an indirect moderation effect on motivated consumers, aiding their choices for products certified as mitigating climate change; and a direct effect on consumers' use of carbon labels, presuming that understanding the information could engage in the use of information communicated by carbon labels.

Figure 1. Conceptual framework of the study.



Source: Grunert, Hieke & Wills (2014). Adapted by the author.

### 5.3 Methods

An on-line survey was used as a technique for collecting data about Brazilian food consumers. A pre-test of the questionnaire was applied with 11 consumers. They were asked to comment back any difficulty to comprehend the questions and their form of presentation. The applicable adjustments were done, and the valid survey was then disseminated through e-mail lists of faculties departments and work groups, as well as in general social networks pages and groups. The participation in the survey was voluntary and with no payment. Data collection took place from October 10<sup>th</sup> to October 28<sup>th</sup>, 2019. A total of 308 valid answers were collected. It was restricted to Brazilian consumers, thus, Portuguese idiom was used in the research. As the research focused on food consumers and a non-probabilistic sample approach guided the analysis, none other filter, besides that idiomatic, has been applied.

#### 5.3.1 Measures

In the first section of the questionnaire, respondents were asked to provide some demographical data. Gender, age, number of children, educational level, income and State of origin were the asked variables. All of them has been analyzed through descriptive statistics.

Motivation was measured first by Schwartz human values scale. Portrait Value Questionnaire (PVQ) was applied, the 21-item questionnaire presents the description of a person, then respondent is asked to compare him/herself with the description in a 5-point Likert-scale where 1 is equal to "not similar at all" and 5 is "very similar to me"

(SCHWARTZ et al., 2001). By their mean values, items form a set of ten basic values, namely: achievement, benevolence, conformity, hedonism, power, security, self-determination, stimulation, tradition and universalism. These 10 basic values could still be reduced to four superior values, as it follows: self-enhancement, self-transcendence, conservation and openness to change (SCHWARTZ, 2003). In this study, the mean values for superior values were considered.

New Ecological Paradigm scale was applied for motivation assessment. It consists of a 15-item questionnaire, where some affirmations about the human-nature interaction are presented and the respondent is asked to report his/her agreement with the sentences in a 5-point scale, where 1 corresponds to "totally disagree" and 5 means "totally agree", meanwhile, the mid-point 3 is equal to "unsure". The agreement with odd-numbered items means endorsement of a pro-ecological world-view, while disagreement with even-numbered also means the endorsement of a pro-ecological world-view (DUNLAP et al., 2000). Therefore, after data collection, values for even-numbered items were inverted and the mean of each respondent for the 15-item questionnaire was used as measurement of individual environmental awareness.

The sections of the survey reserved to assess the knowledge of carbon labels included a first question that asked "have you seen this label before?" and, posteriorly, a question regarding the meaning of that label. Six options were offered plus the options "don't know" and an open option called "other", where, if the respondent was not satisfied with the meanings presented, he/she could write down his/her own definition for the meaning of that determined label. Only one option among the six has been considered as a correct answer - except for the organic label where two options were considered correct. It is important to note that only one option could be marked. Then, a formative index was formed based on the answers about the meaning collected for each individual. This 0-3 index (3 labels have been analyzed) represents the number of right answers of each respondent. For instance, "0" means none answer was correct, "1" is equal to one correct answer, and so on. For regression analysis, this index is the measure of consumers' understanding of labels.

The last part of the survey aimed to collect data about the use of the information of carbon labels by the consumers. A list of 14 types of information that can be found on food packing was presented - e.g. price, nutrition facts, local of origin, etc. Using a 5-point Likert scale consumers were asked how often they look for those information when buying food, where 1 is equal to "never" and 5 is equal to "always". For the regression analysis, the value

of the item “environmental impact (emissions, production, transport, etc.) was considered as the measurement of the use of information regarding GHG emissions.

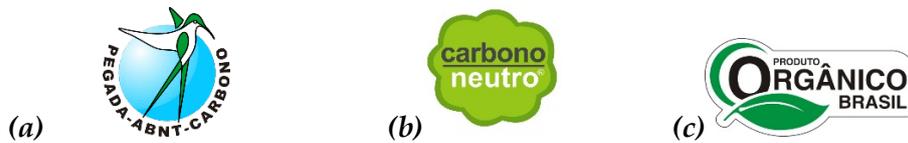
Table 1. Description of variables used in analysis.

Variable	Type <sup>1</sup>	Description
<b>Demographics</b>		
Gender	D	Female (0); male (1)
Age	O	18-24 (1); 25-34 (2); 35-44 (3); 45-59 (4); 60+ (5)
Educational level	O	high school (1); undergraduate incomplete (2); undergraduate (3); graduate (4)
Income	O	(thousands R\$): 0-2 (1); 2-4 (2); 4-10 (3); 10-20 (4); 20+ (5)
Children	O	None (0); One (1); Two or more (2)
<b>Motivation</b>		
Values	L	Personal values measured by the Portrait Values Questionnaire, which contains 21 items and a 5-point Likert-scale with end-points: “not similar at all (1)” and “very similar (5)”. It asks the respondent to compare himself with another person described.
Environmental awareness	L	Measured by the New Ecological Paradigm scale, which contains 15 items and a 5-point Likert-scale where: “strongly disagree (1); mildly disagree (2); unsure (3); mildly agree (4); strongly agree (5). It asks a position of the respondent concerning the relationship between humans and nature.
<b>Understanding</b>		
Label knowledge	O	Never seen before (1); Seen before (2); Don’t know (3)
Level of labels understanding	C	Label meaning. The respondent have to choose among 6 affirmatives + “don’t know”. Only one answer is correct. Formative index from 0 to 3. Where “none correct answer (0)” and “three correct answers (3).
<b>Use</b>		
Use of information in food packing	L	Measured by a 5-point Likert-scale where “never (1)” and “always (5), it asks how often environmental impact information on food packing is looked by the consumer.

Source: prepared by the author. Note: <sup>1</sup>C: continuous variable; D: dummy variable; L: Likert scale; O: discrete variable.

The choice for the labels used in this research is based on their availability in Brazil (Figure 2). For carbon footprint, the label “ABNT Pegada de Carbono” was used, for carbon neutral, “Carbono Neutro” was used. Although the mechanism of accounting of emissions is similar to both labels, the carbon footprint label certify the commitment of producer in reducing GHG emissions in the production process, meanwhile the carbon neutral warrant the buyer that the amount of GHG emitted during the production process is compensate by carbon credits, plantation or conservation of forests. For comparison, a wide known Brazilian organic label – “Orgânicos do Brasil” - was used in the analysis, as it, seemingly, covers a wider perception of the consumers in relation to sustainability issues, including environmental impact.

Figure 2. Labels available in Brazilian market tested in this study.



(a) ABNT Pegada de Carbono – carbon footprint label; (b) Carbono Neutro – carbono neutral label; (c) Orgânicos do Brasil – organic label.

### 5.3.2 Analysis

Besides descriptive statistics of data, hierarchical regression has been applied to analyze consumers' motivational aspects, understanding and use of carbon labels. Hierarchical regression is a multivariate regression, where a unique or a set of variables are included in the regression model step-by-step. The difference of  $R^2$  is then analyzed, this parameter reports the amount of explanation of variance on the dependent variable caused by the set of variables included in the model at that determined step (FIELD, 2009).

Following the analytical framework presented previously (Figure 1), the first dependent variable analyzed was environmental awareness, explained by socio-demographics variables and the four superior human values. In a second moment, understanding of labels is the dependent variable, while socio-demographics, values and environmental awareness are the independent variables. The last model of regression has the self-reported use of environmental impact information as dependent variable and socio-demographics variables, values, environmental awareness and understanding as independent variables.

All the models has been tested for normality of data and residuals colinearity, heterocedasticity and auto-correlation (HAIR JR. et al., 2014). Descriptive statistics was runned on *Microsoft Excel 2013* and multivariate regression analysis was runned on *IBM Statistical Packing for the Social Sciences – SPSS 20*.

## 5.4 Results

Analyzing the characteristics of the sample in Table 2, it reveals that women are the major part of the respondents (53.7%). A large portion of the sample is high educated (58.4%), while 2/3 of the sample is split in a monthly familiar income of 2-4 minimum wages

- for note, in 2019 one minimum wage in Brazil is equal to 998 *reais* (BRASIL, 2019) - and 4-10 minimum wages, which are defined by Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE - initials in portuguese) as socioeconomic classes D and C, respectively (IBGE, 2019), in a A to E range, where A is the highest level. In spite of high education, a considerable proportion of consumers analyzed in this study are 25-34 years old (43.2%) and have no children (61.1%). The majority of respondents (79.47%) resides in Rio Grande do Sul State, located in the extreme south of Brazil.

Table 2. Descriptive statistics of demographics variables.

Variable	Absolute frequency	Relative frequency (%)
<b>Gender</b> (N = 307)		
Female	165	53.7
Male	142	46.3
<b>Age</b> (N = 308)		
18-24	30	9.7
25-34	133	43.2
35-44	71	23.1
45-59	44	14.3
60 +	30	9.7
<b>Education</b> (N = 308)		
High school	11	3.6
Undergraduate incomplete	51	16.6
Undergraduate	66	21.4
Graduate	180	58.4
<b>Income (thousands R\$)</b> (N = 307)		
0-2	32	10.4
2-4	95	30.8
4-10	89	29.0
10-20	55	17.9
20+	36	11.7
<b>Children</b> (N = 306)		
0	187	61.1
1	52	17.0
≥ 2	67	21.9

Source: prepared by the author.

#### 5.4.1 Consumers' motivation

The measure of human values considered the mean of 21-item PVQ, that formed the 10 basic human values, which in turn, have been reduced to 4 value domains or superior values, according to Schwartz (2003). These 4 value domains are composed as it follows: self-enhancement - based on achievement and power values means; conservation - composed by conformity, security and tradition values means; self-transcendence - based on universalism and benevolence values means; and openness to change - composed by hedonism, self-

direction and stimulation values means. These four values domains entered as independent variables along with socio-demographics variables, in order to explain the variation in environmental awareness, measured by the NEP Scale (Table 3).

Table 3. Hierarchical regression. Determinants of environmental awareness, using socio-demographic and superior values as predictors.

<b>Dependent variable:</b> environmental awareness				
<b>Predictor</b>	<b>Model 1</b>		<b>Model 2</b>	
	B	Sig.	B.	Sig.
<b>Intercept</b>	3.182	.000	2.652	.000
<b>Values</b>				
Self-enhancement			-.015	.768
Conservation			-.119	.075*
Self-transcendence			.215	.007***
Openness to change			.019	.747
<b>Gender (reference: female)</b>				
Male	-.161	.023**	-.139	.049**
<b>Age (reference: +60)</b>				
18-24	.082	.703	.171	.426
25-34	.078	.623	.139	.391
35-44	.195	.215	.278	.084*
45-59	.260	.085*	.265	.08*
<b>Education (reference: graduate)</b>				
high school	-.177	.372	-.197	.318
undergraduate incomplete	.150	.232	.106	.395
undergraduate	.29	.752	.049	.588
<b>Income - thousands R\$ (reference: 20+)</b>				
0-2	.652	.000***	.578	.001***
2-4	.340	.014**	.263	.058*
4-10	.380	.005***	.327	.014**
10-20	.295	.031**	.253	.062*
<b>Children (reference: ≥ 2)</b>				
0	.122	.314	.104	.400
1	.027	.831	.020	.875
<b>R<sup>2</sup></b>	.143		.175	

\*p<0.1, \*\*p<0.05, \*\*\*p<0.01. Source: prepared by the author.

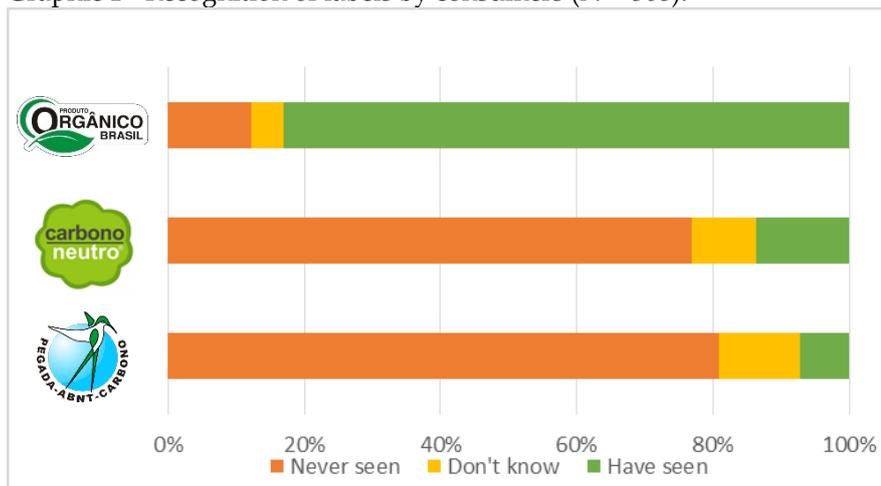
According to Table 3, considering socio-demographics variables, the determinants for environmental awareness are gender, age and income in both models. Male gender is less aware of environmental issues than female gender. Analyzing age, the group between 45-59 years old is more concerned about environment than the reference group (more than 60 years old). Income is significantly determinant of environmental awareness, which is higher as the income decreases, opposing the expected results, pointing out that concerning on environmental issues increases with higher incomes. Education and number of children were not significant. The R<sup>2</sup> increased 3.2% from model 1 to 2, caused by the entering of superior values. As expected, conservation value exerts a negative influence on environmental

awareness. While self-transcendence value has a positive influence on environmental awareness. Openness to change and self-enhancement values were not significant.

**5.4.2 Understanding of labels**

The understanding of carbon labels and the organic label were assessed in a two-step process. The first attempt was to know the familiarity of the respondents with the labels (Graphic 1). For ABNT Pegada de Carbono, 80.84% of the consumers reported that they have never seen the label before, a similar proportion was observed for Carbono Neutro (76.95%). This result confirms the expectation, because carbon labels are not wide spread certifications in Brazil. For comparison, the organic label was recognized by 83.12% of the consumers, confirming that this label is already well known and widely used in food products.

Graphic 1 - Recognition of labels by consumers (N = 308).



Source: prepared by the author.

Posteriorly, the intention was to know what each label represents to the consumer, confronting his/her perception against the actual meaning or purpose of the certification. In order to accomplish this goal, after exposed to the label, respondents were asked for its meaning, choosing one out of seven options presented. If not satisfied with the sentences, the respondent could write down his/her own definition. Results are shown in a crossed table (Table 4), where answers of recognition of labels are crossed with their meaning.

Table 4. Recognition and understanding of carbon labels and organic label.

What do you think this label means?	Have you seen this label?
-------------------------------------	---------------------------

	Have seen (%)	Never seen (%)	Don't know (%)
<i>Reduction of greenhouse gases emissions in production process.</i>	71.9	72.73	89.9
Support to local and regional production of goods.	1.20	4.55	0.00
Forests conservation.	2.41	4.55	0.00
Improvement in packing and more recycling options.	1.61	0.00	2.70
Preservation or increasing of biodiversity.	9.24	9.09	5.41
Reduction of contamination by chemical inputs.	1.20	9.09	2.70
Don't know.	10.84	0.00	0.00
Other.	2.01	0.00	0.00
	100.00	100.00	100.00
	Have seen (%)	Never seen (%)	Don't know (%)
<i>Compensation of greenhouse gases emissions in production process.</i>	75.95	78.57	75.00
Support to local and regional production of goods.	0.42	0.00	0.00
Forests conservation.	5.91	11.90	10.71
Improvement in packing and more recycling options.	1.27	4.76	7.14
Preservation or increasing of biodiversity.	2.11	2.38	3.57
Reduction of contamination by chemical inputs.	2.11	2.38	3.57
Don't know.	11.39	0.00	0.00
Other.	0.84	0.00	0.00
	100.00	100.00	100.00
	Have seen (%)	Never seen (%)	Don't know (%)
<i>Reduction of contamination by chemical inputs.</i>	68.42	63.78	57.14
<i>Preservation or increasing of biodiversity.</i>	0.00	3.54	0.00
Forests conservation.	0.00	0.00	7.14
Improvement in packing and more recycling options.	2.63	0.39	0.00
Reduction of greenhouse gases emissions in production process.	2.63	0.79	0.00
Support to local and regional production of goods.	13.16	11.81	35.7
Don't know.	7.89	0.39	0.00
Other.	5.26	19.29	0.00
	100.00	100.00	100.00

Correct answers are highlighted in italics. Form of data presentation adapted from Grunert, Hieke & Wills (2014). Source: prepared by the author.

The lines represent what the label actually certifies and columns are the relative frequency of answers based on the recognition of labels. Therefore, it is possible to account

for different pattern of answers, for each label. Curiously, 89.9% of people who reported not be sure if had or not already seen the carbon footprint label, scored the maximum of correct answers, marking the “reduction of GHG...” option. Meanwhile, 71.9% of consumers who reported that had seen the label marked the right option, while other 10.84% marked the “don’t know” option, demonstrating almost null understanding of the certification, despite the recognition of the label.

For the carbon neutral label (Table 4), 78.57% of respondents who declared have never seen the label before, have chosen the correct answer “compensation of GHG...”, and 11.90% supposed that the label certifies conservation of forests, which is the same answer gave by 10.71% of people who were not sure if knew the label. Although 75.95% of consumers who recognized the carbon neutral label marked the right answer, other 11.39% do not know what the label means.

The organic label recognition and understanding was also tested. Two definitions were considered correct for organic certification in Brazil: “Reduction of contamination by chemical inputs” and “Preservation or increasing of biodiversity”. As expected, the perception of organic certification by consumers reflects a multiple representation. For 13.16% of consumers who reported already to know the label, it means supporting the local production, while 68.42% marked the correct answer. Among the consumers who declared have never seen the label before, 67.32% answered correctly and 19.29% of respondents wrote down their own definition for the organic label, which was mostly described as “food produced under organic practices”. For the consumers who were not sure if they have or have not seen the label before, 57.14% chose the correct answer, while 35.7% think that organic label certifies the support to local and regional production of goods.

The analysis of determinants of understanding is shown in Table 5. In this hierarchical regression, three models are presented for the predicted variable understanding, measured by a formative index with values from 0 to 3, corresponding to the number of correct answers of each respondent. The predictors are the socio-demographics variables, the environmental awareness and the human values.

Table 5. Hierarchical regression. Determinants of understanding of labels, using socio-demographics, environmental awareness and superior values as predictors.

<b>Dependent variable:</b> understanding						
<b>Predictor</b>	<b>Model 1</b>		<b>Model 2</b>		<b>Model 3</b>	
	B	Sig.	B	Sig.	B	Sig.
<b>Intercept</b>	2.521	.000	2.368	.000	3.291	.000
<b>Values</b>						
Self-enhancement					.098	.129



relative importance of information like price, size, origin, social and environmental impact, etc. Results are shown in Table 6.

Table 6. Self-reported use of food packing information.

When buying food products, how often do you look for the following information on the packing?			
	Mean	Std. deviation	N
Price	4.42	0.95	305
Best before	4.39	1.01	307
Quantity/size	4.16	1.07	307
Brand	3.70	1.18	303
Nutritional benefits (e.g. low fat, sugar, salt)	3.53	1.29	308
Ingredients	3.52	1.36	307
Nutrition facts	3.31	1.38	307
Health benefits (e.g. lower cholesterol, good for bones)	3.23	1.37	308
Local of origin	3.12	1.45	308
Indication of organic production	3.00	1.47	308
Cooking instructions	2.80	1.36	308
Allergy information	2.35	1.56	307
Environmental impact (emissions, transport, production)	2.28	1.27	308
Social impact (fair working conditions)	2.26	1.22	307

5-point Likert-scale, 1 = "never" and 5 = "always". Source: prepared by the author.

The main interest in this section of the study is to assess the importance of environmental impact information, especially GHG emissions, for consumers. As it can be observed on Table 6, it exerts a low importance, since consumers rarely look for emissions information on food packing. Aspects as price, size of the product and brand are consulted more often.

The determinants of self-reported use of environmental impact information were analyzed by a hierarchical regression (Table 7). The use of environmental information was measured through a 5-point Likert-scale and is the variable predicted. The predictors are socio-demographics variables, environmental awareness, understanding of labels and human values. For the predictor understanding, a dummy variable was derived from the formative index based on its median, where 0 means the individual do not understands the labels, thus he/she scored none or one correct answers. In the other hand, 1 means understanding, because the score has been two or three correct answers.

Table 7. Hierarchical regression. Determinants of self-reported use of environmental impact information on food packing, using socio-demographics, environmental awareness, understanding of labels and superior values as predictors.

<b>Dependent variable:</b> use of environmental impact information on food packing			
<b>Predictor</b>	<b>Model 1</b>	<b>Model 2</b>	<b>Model 3</b>

	B	Sig.	B	Sig.	B	Sig.
<b>Intercept</b>	2.517	.000	2.701	.000	2.839	.002
<b>Values</b>						
Self-enhancement					-.047	.668
Conservation					-.029	.841
Self-transcendence					.221	.197
Openness to change					-.227	.070*
<b>Environmental awareness</b>			.031	.804	.015	.904
<b>Understanding (reference: no understanding)</b>						
Understanding			-.318	.139	-.304	.159
<b>Gender (reference: female)</b>						
Male	-.173	.246	-.171	.255	-.154	.312
<b>Age (reference: +60)</b>						
18-24	-.686	.131	-.707	.119	-.721	.118
25-34	-.244	.468	-.233	.490	-.290	.401
35-44	-.363	.275	-.370	.267	-.439	.203
45-59	-.018	.954	-.026	.935	-.097	.766
<b>Education (reference: graduate)</b>						
high school	.287	.492	.230	.584	.270	.523
undergraduate incomplete	.520	.050**	.546	.041**	.556	.039**
Undergraduate	.121	.524	.143	.453	.195	.311
<b>Income - thousands R\$ (reference: 20+)</b>						
0-2	-.287	.412	-.338	.347	-.324	.375
2-4	-.440	.131	-.462	.117	-.486	.103
4-10	-.216	.443	-.221	.439	-.250	.382
10-20	-.241	.402	-.242	.404	-.234	.419
<b>Children (reference: ≥ 2)</b>						
0	.391	.128	.367	.154	.471	.076*
1	.439	.107	.426	.118	.485	.077*
<b>R<sup>2</sup></b>		.034		.041		.055

\*p<0.1, \*\*p<0.05. Source: prepared by the author.

The results of hierarchical regression show that human values, educational level and number of children are significant as determinants of self-reported use of environmental impact on food packing (Table 7). Regarding education, consumers with incomplete undergraduate degree, possibly undergraduate students, look more for emissions, production and transport information than graduated consumers do. The same for people with no children or only one children, who declared look more often for environmental impact information than consumers with two or more children. These results oppose those found out by Grunert, Hieke & Wills (2014). However, they are consonant in terms of human values, where respondents that show higher openness to change value, look less for environmental impact information on food label (GRUNERT; HIEKE; WILLS, 2014). The R<sup>2</sup> increasing was low - 0.7% from Model 1 to Model 2, and 1.4% from Model 2 to Model 3, suggesting that the independent variables have low power of explanation of the variance of self-reported use of environmental impact information on food packing. The environmental

awareness was not significant for self-reported use of information about environmental impact.

## 5.5 Discussion

This study aimed to investigate how consumers' motivation relate to understanding and use of carbon labels on food in Brazil. Resuming the analytical framework (Figure 1) tested, the results corresponds partially to the theoretical basis analyzed. Nevertheless, it brings useful evidences towards Brazilian consumers' environmental awareness and their explicit attitudes of consumption, moderated by carbon labels recognition and use.

Consumers' motivation, represented by values and environmental awareness affects understanding of labels, being conservation superior value - composed by conformity, security and tradition basic values, a significant predictor of understanding, as higher is the mean for conservation lower is the understanding of what the label certifies (Table 5). Regarding to use, openness to change superior value - composed by hedonism, self-direction and stimulation Schwartz' basic values, correlates negatively to self-reported use of environmental impact information on food packing (Table 7). Thus, it confirms partially that individual motivation affect intentions, perceptions and purchase-choices. Partially because environmental awareness, measured by New Ecological Paradigm scale was not significant either for understanding and use of carbon and organic labels, confirming the constant behavioral conflict between implicit and explicit attitudes. Therefore, an individual might self-report environmental concern, while not turning this potential attitude into actual purchase and choice for low-carbon products (BEATTIE; MCGUIRE, 2016).

Discussing the understanding of carbon labels and the organic label, undergraduate degree consumers presented a higher literacy than graduated did, which was not expected (Table 5). It can be explained by the age effect - that might be significant in a wider sample, not significant in the regression model, but already investigated in another study that identified younger people to have higher understanding of sustainability labels (GRUNERT; HIEKE; WILLS, 2014). Again, understanding was not influenced by environmental awareness. Nevertheless, conservation value were negatively significant. For comparison, in a study carried out along Dutch consumers, values as universalism and power were significant for purchase intention of meat products where the certification logo was added with animal welfare details, being "universalists" positively correlated with sustainable

attitudes and those on “power” value negatively correlated (HOOGLAND; DE BOER; BOERSEMA, 2007).

Howsoever, the design and phrases used in the label communication seem to influence the consumer understanding. This assumption is not inferential, but by associating the proportions of recognition of labels and the answers regarding their meanings (Table 4), these results show that even people who declare do not recognize the carbon labels, guess right what it certifies. The high rate of correct answers for carbon labels can be explained by the suggestive logos used – “carbon footprint” and “carbon neutral” concepts are literally expressed, suggesting that full understanding is not highly influenced only by consumers’ motivation (GRUNERT; HIEKE; WILLS, 2014). The absence of numbers, traffic-light bars and other mechanisms, although poor in information, suggest expressly the concept and what the label certifies, aiding rapid assimilation of the meaning by the consumer and, consequently, its understanding. On other side, for carbon neutral label, about 11% of respondents who declared have never seen the label before, or not sure of that, said wrongly that it certifies conservation of forests, possibly influenced by the green color of the label.

Another interesting result regarding understanding of labels relates to organic label. Although, a small proportion of respondents declared not be sure if have or not seen the label before, more than one-third of those chose the option “support of local producers” as the meaning of certification. By the way, this notable appreciation of local products reverberates in other countries, where consumers show more willingness to pay for local products than for carbon labeled products (FEUCHT; ZANDER, 2018).

On the analytical framework, the self-reported use of information of environmental impact on food packing is influenced by educational level and number of children. Further, among 14 attributes frequently present on food packing, environmental impact, emissions, production and transport issues are weakly considered. Some aspects should be reasoned, for instance, consumers on higher income levels might be concerned to health and brand issues than environmental impact. The same for people who have children, perhaps the quality of a product is more important than indirect attributes like emissions of GHG in production process. The weak influence of environmental awareness and understanding of labels on their self-reported use is represented by the low power of explanation of the regression models. Thus, there are other variables which were not analyzed that might influence this aspect. Other aspects as food quality and taste could also be valued as more important than environmental issues (GRUNERT; HIEKE; WILLS, 2014; HARTIKAINEN et al., 2014; LAMPERT; MENRAD; EMBERGER-KLEIN, 2017). Similarly, in an experiment

conducted in United Kingdom, Beattie & McGuire (2016) found out that explicit attitudes – those self-reported, do not influence the actual choice for low-carbon products. In a Brazilian context, in a research along pork meat consumers, Barcellos et al. (2011) reveal that the attitudes towards food production and environmental issues are weak.

Climate change and GHG emissions are complex themes to weigh on. It involves physics aspects knowledge and a sense of impact that is difficult to measure. Thus, provision of detailed information (e.g. CO<sub>2</sub>e accounting) may exert a reverse effect, deviating the climate concerned consumer from an actual low-carbon purchase behavior.

## 5.6 Conclusions

This study tested an analytical framework, which states that personal motivation could lead to a better understanding of carbon labels and, as consequence, a higher use of these labels.

Hierarchical regression analysis reveals that environmental awareness of consumers is determined by gender, income, self-transcendence and conservation values. Understanding of carbon labels is influenced by conservation value, but not by environmental awareness, as expected. Eventually, self-reported use of labels information is determined by educational level, number of children and openness to change value. Although the low power of explanation of variance of the regression models, the study brings evidences that values and socio-demographic aspects might be more important than environmental awareness and understanding of carbon labels when someone is looking for environmental impact information on food packing.

In addition, descriptive statistics reveals that even consumers who declared do not recognize the carbon footprint and carbon neutral labels suppose correctly what they certify. However, information about GHG emissions and environmental impacts are rarely searched on food packing.

Although being the first to explore the consumers' understanding and use of carbon labels in Brazil, the study has its limitations. First, since the sample is not probabilistic, any inference to a population is not possible. Second, the fact that the survey was disseminate on internet and, as consequence, in groups similar to each other - whether in income, age, origin or educational range, brings attention that any assumption about understanding and use of carbon labels based in this study, refers to a highly educated, young and mid-class group of

consumers. Third, a major part of the sample is from Southern Brazil, and the analysis not considered cultural values and probable environmental concern differences caused by the origin of the respondents, which can play an important role towards sustainable consumption (CHEKIMA et al., 2016; GRUNERT; HIEKE; WILLS, 2014).

Moreover, the analysis of understanding of labels is restricted to the logo of certifications. Additional studies should be developed in order to analyze, using inferential techniques, if the Brazilian consumer use of carbon label could change based on the food product category.

Therefore, besides this first attempt to study understanding and use of carbon labels on food in Brazil, more investigation on the product category effect and consumer perception of climate change should aid to ameliorate the mechanisms that have the potential to engage buyers in low-carbon consumption.

## References

- BEATTIE, G.; MCGUIRE, L. Consumption and climate change: Why we say one thing but do another in the face of our greatest threat. *Semiotica*, [s. l.], v. 2016, n. 213, 2016.
- BEATTIE, G.; MCGUIRE, L. The Modifiability of Implicit Attitudes to Carbon Footprint and Its Implications for Carbon Choice. *Environment and Behavior*, [s. l.], 2018.
- BLOMQVIST, O. "Different types of climate labels for food products", Master Thesis. [s. l.], p. 1-71, 2009.
- BONNEDAHL, K. J.; ERIKSSON, J. The role of discourse in the quest for low-carbon economic practices: A case of standard development in the food sector. *European Management Journal*, [s. l.], v. 29, n. 3, p. 165-180, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.emj.2010.10.008>>
- BRUNNER, F. et al. Carbon Label at a University Restaurant - Label Implementation and Evaluation. *Ecological Economics*, [s. l.], v. 146, n. August 2017, p. 658-667, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.12.012>>
- CAMILLERI, A. R. et al. Consumers underestimate the emissions associated with food but are aided by labels. *Nature Climate Change*, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 53-58, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/s41558-018-0354-z>>
- CHEKIMA, B. C. et al. Examining green consumerism motivational drivers: Does premium price and demographics matter to green purchasing? *Journal of Cleaner Production*, [s. l.], v. 112, p. 3436-3450, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.102>>
- COHEN, M. A.; VANDENBERGH, M. P. The potential role of carbon labeling in a green economy. *Energy Economics*, [s. l.], v. 34, n. SUPPL.1, p. S53-S63, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2012.08.032>>
- COUMOU, D.; RAHMSTORF, S. A decade of weather extremes. *Nature Climate Change*, [s. l.], v. 2, n. 7, p. 491-496, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/nclimate1452>>

- BARCELLOS, M. D. et al. Investigating the gap between citizens' sustainability attitudes and food purchasing behaviour: Empirical evidence from Brazilian pork consumers. **International Journal of Consumer Studies**, [s. l.], v. 35, n. 4, p. 391–402, 2011.
- DE BOER, J.; DE WITT, A.; AIKING, H. Help the climate, change your diet: A cross-sectional study on how to involve consumers in a transition to a low-carbon society. **Appetite**, [s. l.], v. 98, p. 19–27, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.appet.2015.12.001>>
- DIAS, V. da V. **Lealdade e relações de proximidade: uma caracterização dos consumidores de alimentos orgânicos**. 2016. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [s. l.], 2016.
- DING, Z. et al. Factors affecting low-carbon consumption behavior of urban residents: A comprehensive review. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 132, n. August 2017, p. 3–15, 2018.
- DUNLAP, R. E. et al. Measuring Endorsement of the New Ecological Paradigm: A Revised NEP Scale. **Journal of Social Issues**, [s. l.], v. 56, n. 3, p. 425–442, 2000. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/0022-4537.00176>>
- FEUCHT, Y.; ZANDER, K. Consumers' preferences for carbon labels and the underlying reasoning. A mixed methods approach in 6 European countries. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 178, p. 740–748, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.236>>
- FIELD, A. **Discovering Statistics using SPSS**. Third ed. [s.l.] : SAGE, 2009.
- FOGUESATTO, C. R.; BORGES, J. A. R.; MACHADO, J. A. D. Farmers' typologies regarding environmental values and climate change: Evidence from southern Brazil. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 232, p. 400–407, 2019.
- FREIRE, O.; QUEVEDO-SILVA, F.; FREDERICO, E. Mensurando a consciência ambiental do consumidor: um estudo comparativo entre as escalas NEP e ECCB. **Organicom**, [s. l.], v. 10, n. 18, p. 244, 2013.
- GRUNERT, K. G.; HIEKE, S.; WILLS, J. Sustainability labels on food products : Consumer motivation , understanding and use. **Food Policy**, [s. l.], v. 44, p. 177–189, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodpol.2013.12.001>>
- GRUNERT, S. C.; JUHL, H. J. Values, environmental attitudes, and buying of organic foods. **Journal of Economic Psychology**, [s. l.], v. 16, p. 39–62, 1995.
- HAIR JR., J. F. et al. **Multivariate Data Analysis**. 7th. ed. Essex: Pearson, 2014. v. 16
- HARTIKAINEN, H. et al. Finnish consumer perceptions of carbon footprints and carbon labelling of food products. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 73, p. 285–293, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.09.018>>
- HOOGLAND, C. T.; DE BOER, J.; BOERSEMA, J. J. Food and sustainability: Do consumers recognize, understand and value on-package information on production standards? **Appetite**, [s. l.], v. 49, n. 1, p. 47–57, 2007.
- JANSSON, J.; DORREPAAL, E. Personal Norms for Dealing with Climate Change: Results from a Survey Using Moral Foundations Theory. **Sustainable Development**, [s. l.], v. 23, n. 6, p. 381–395, 2015.
- KIMURA, A. et al. Interactive effects of carbon footprint information and its accessibility on value and subjective qualities of food products. **Appetite**, [s. l.], v. 55, n. 2, p. 271–278, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.appet.2010.06.013>>
- LAMPERT, P.; MENRAD, K.; EMBERGER-KLEIN, A. Carbon information on vegetables:

How does it affect the buying process? **International Journal of Consumer Studies**, [s. l.], v. 41, n. 6, p. 618–626, 2017.

LI, Q.; LONG, R.; CHEN, H. Empirical study of the willingness of consumers to purchase low-carbon products by considering carbon labels: A case study. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 161, n. 2017, p. 1237–1250, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.154>>

LIU, T.; WANG, Q.; SU, B. A review of carbon labeling: Standards, implementation, and impact. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s. l.], v. 53, p. 68–79, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.08.050>>

NTANOS, S. et al. An application of the new environmental paradigm (NEP) scale in a Greek context. **Energies**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 1–18, 2019.

PANZONE, L. A.; LEMKE, F.; PETERSEN, H. L. Biases in consumers' assessment of environmental damage in food chains and how investments in reputation can help. **Technological Forecasting and Social Change**, [s. l.], v. 111, p. 327–337, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2016.04.008>>

PAUSTIAN, K. et al. Climate-smart soils. **Nature**, [s. l.], v. 532, n. 7597, p. 49–57, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/nature17174>>

PUSKA, P. Does Organic Food Consumption Signal Prosociality?: An Application of Schwartz's Value Theory Does Organic Food Consumption Signal Prosociality?: An Application of Schwartz's Value Theory. **Journal of Food Products Marketing**, [s. l.], v. 00, n. 00, p. 1–25, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/10454446.2018.1522286>>

SCHAEFER, F.; BLANKE, M. Opportunities and Challenges of Carbon Footprint, Climate or CO<sub>2</sub> Labelling for Horticultural Products. **Erwerbs-Obstbau**, [s. l.], n. 56, p. 73–80, 2014.

SCHINAIDER, A. D. **Consciência ambiental, valores humanos e atitudes pró-ambientais: uma aplicação das escalas NEP e Schwartz nas agroindústrias familiares do RS**. 2018. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [s. l.], 2018.

SCHWARTZ, S. H. et al. Extending the cross-cultural validity of the theory of basic human values with a different method of measurement. **Journal of Cross-Cultural Psychology**, [s. l.], v. 32, n. 5, p. 519–542, 2001.

SCHWARTZ, S. H. A Proposal for Measuring Value Orientations across Nations. In: **Questionnaire Package of ESS**. [s.l: s.n.]. p. 259–319.

SCHWARTZ, S. H.; BILSKY, W. Toward A Universal Psychological Structure of Human Values. **Journal of Personality and Social Psychology**, [s. l.], v. 53, n. 3, p. 550–562, 1987.

SHEWMAKE, S. et al. Predicting consumer demand responses to carbon labels ☆. **Ecological Economics**, [s. l.], v. 119, p. 168–180, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.08.007>>

SMITH, P. et al. Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). In: EDENHOFER, O., R. PICHS-MADRUGA, Y. SOKONA, E. FARAHANI, S. KADNER, K. SEYBOTH, A. ADLER, I. BAUM, S. BRUNNER, P. EICKEMEIER, B. KRIEMANN, J. SAVOLAINEN, S. SCHLÖMER, C. VON STECHOW, T. ZWICKEL AND J.C. MINXEDENHOFER, O., R. PICHS-MADRUGA, Y. SOKONA, E. F. T. Z. and J. C. M. (Ed.). **Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2014. p. 811–922.

TAN, M. Q. B.; TAN, R. B. H.; KHOO, H. H. Prospects of carbon labelling - A life cycle point

of view. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 72, p. 76–88, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.09.035>>

TUBIELLO, F. N. et al. The Contribution of Agriculture, Forestry and other Land Use activities to Global Warming, 1990-2012. **Global Change Biology**, [s. l.], v. 21, n. 7, p. 2655–2660, 2015.

UPHAM, P.; DENDLER, L.; BLEDA, M. Carbon labelling of grocery products: Public perceptions and potential emissions reductions. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 19, n. 4, p. 348–355, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.05.014>>

VERMEULEN, S. J.; CAMPBELL, B. M.; INGRAM, J. S. I. Climate Change and Food Systems. **Annual Review of Environment and Resources**, [s. l.], v. 37, n. 1, p. 195–222, 2012.

## CAPÍTULO 6 – Considerações finais

A urgência de uma visão sistêmica da relação entre seres humanos e natureza justifica-se pela aceleração do desenvolvimento econômico às custas de recursos naturais escassos e de renovação muito baixa. Ademais, por mais que se busque uma eficiência cada vez maior na utilização desses recursos, ou seja, um menor uso de recursos naturais para produzir uma unidade de um produto, permanecem os efeitos colaterais desses processos, vide a poluição e a degradação ambiental.

Dessa forma, partindo do pressuposto que as atividades antrópicas básicas – tais como transporte, trabalho, produção de alimentos e bens de consumo, e o consumo em si – são indissociáveis das dinâmicas de ação e reação próprias de sistemas vivos com diferentes níveis de complexidade, faz-se importante investigar impactos da produção e do comportamento do consumidor em relação à sua consciência, suas intenções e seus hábitos de compra, como em um vínculo sistêmico e interdependente.

As emissões de gases de efeito estufa (GEE) geradas na produção e no consumo, participam de forma significativa na causa de um efeito colateral que produz impactos silenciosos e cada vez mais acelerados: as mudanças climáticas. Cujos efeitos na agricultura e na produção de alimentos podem resultar em modificações de zoneamentos de aptidão agroclimática para culturas vegetais, alterando a geografia agrícola global e fazendo surgir novas dinâmicas socioeconômicas, enquanto outras, peremptoriamente, serão substituídas ou, até mesmo, chegarão ao seu fim.

Este estudo abordou em seu texto introdutório e no Capítulo 4 a relevância da adoção de estratégias de mitigação das mudanças climáticas por meio da implementação de uma agricultura de baixo carbono, as quais são passíveis de mensuração, verificação e certificação. O estudo atingiu os dois primeiros objetivos específicos propostos, que eram: 1) descrever os mecanismos de certificação para emissões de GEE em alimentos; 2) diferenciar esses mecanismos em relação à forma como expressam a redução ou compensação das emissões de GEE geradas nos processos produtivos de alimentos. Dessa forma, esta pesquisa contribuiu para a discussão do aperfeiçoamento dos fatores de emissão utilizados nos cálculos de emissões para sistemas agrícolas e a necessidade de avançar metodologicamente na contabilização das emissões líquidas, considerando o sequestro de carbono pela incorporação de biomassa no solo ou pela implementação de sistemas de produção integrados, a exemplo da integração lavoura-pecuária-floresta. A adequação dos fatores de emissão a cada realidade e sistema de produção é crucial para a promoção de

aperfeiçoamentos na estimativa de emissões de GEE acuradas e confiáveis. Outro aspecto metodológico relevante é a flexibilidade da delimitação do escopo de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). Variáveis de impacto importantes, inerentes a uma cadeia de produção, podem ser suprimidas nessa fase, caso somente o processo produtivo seja certificado (cradle-to-gate) e fatores como tipos de meio de transporte, modo de preparo do produto, consumo e descarte dos resíduos (cradle-to-grave) sejam, por opção, excluídos da avaliação de impacto. Como consequência dessa permissividade metodológica, a contabilidade das emissões de GEE pode gerar parâmetros de difícil comparação para produtos alimentícios de uma mesma categoria. Obviamente, as singularidades dos sistemas agrícolas, principalmente em relação aos aspectos edafoclimáticos, demandam uma especificidade maior das variáveis observadas, que podem ser relativizadas quanto aos atributos locais e práticas aplicadas à produção.

Todavia, como uma etapa subsequente à certificação para as emissões de GEE em alimentos, a comunicação desse impacto ambiental por meio de selos de carbono surge como um desafio. Para tanto, no trabalho de revisão realizado no Capítulo 4, algumas lacunas nesses mecanismos de certificação foram identificadas e questionamentos foram levantados. Uma vez que cada zona de produção possui aspectos edafoclimáticos peculiares e, portanto, fatores de emissão específicos, como gerar parâmetros comparativos entre produtos de uma mesma categoria, porém produzidos em regiões diferentes? E como comunicar isso ao consumidor de uma forma facilmente compreensível e eficaz, capaz de influenciar não só a atitude mas também a compra efetiva de produtos certificados como de baixo carbono?

Nesse aspecto, o estudo apresentou os selos de carbono como dispositivos anexados a embalagens de alimentos, capazes de reduzir a assimetria de informação e maximizar a escolha do consumidor ambientalmente consciente. Entretanto, o entendimento e o uso da declaração do impacto ambiental pelos consumidores de alimentos – nesse caso, as emissões de GEE – embora já estudados em trabalhos anteriores, ainda não haviam sido investigados no contexto brasileiro. De modo a responder ao terceiro objetivo específico desta dissertação, o Capítulo 5 traz evidências das relações entre a motivação pessoal do consumidor (representada pelos valores humanos e a consciência ambiental), e o entendimento e uso da informação dos selos de carbono. Essa investigação, embora apresente limitações – que serão abordadas mais adiante nestas considerações finais –, avança cientificamente ao apresentar dados obtidos de forma empírica e testar selos de carbono nacionais.

O modelo teórico, baseado no estudo de Grunert, Hieke e Wills (2014), e testado neste trabalho, pressupunha que consumidores com valores humanos coletivistas e com uma

maior consciência ambiental, ou seja, com uma motivação pró-ambiental, estariam mais predispostos a compreender os selos de carbono e, conseqüentemente, declarariam intenção ou preferência por produtos certificados como de baixo carbono.

Os resultados observados nesse estudo indicam que o consumidor brasileiro, apesar de apresentar uma elevada consciência ambiental, declara que raramente procura por informações na embalagem relacionadas aos impactos ambientais gerados na produção de um alimento (emissões, transporte, etc.). Não obstante, os resultados revelam que, ao contrário do esperado, a consciência ambiental não é significativa para o uso da informação dos selos de carbono. O uso da informação transmitida pelos selos de carbono, segundo os resultados da pesquisa, está relacionado com nível educacional, número de filhos e valores humanos. Por outro lado, como esperado, revelou-se que o entendimento dos selos é influenciado por valores humanos e nível educacional. A saber, os indivíduos que declararam ter cursado somente até o nível superior, demonstraram um maior entendimento e uso da informação dos selos de carbono do que aqueles que declararam ser pós-graduados. Esse efeito inversamente proporcional também foi observado para o número de filhos. Ou seja, pessoas com nenhum ou apenas um filho declararam procurar com uma maior frequência por informações sobre o impacto ambiental na produção de um alimento do que indivíduos que possuem dois filhos ou mais. Esses achados levantam hipóteses que podem vir a ser testadas em estudos futuros tais como a de que quanto mais instruído um indivíduo mais ele subestima o papel das emissões de GEE como causadoras de impactos ambientais, ou seja, saber demais pode, em algum grau, desinformar o consumidor; e quanto mais altruísta ou coletivista for um indivíduo com dois ou mais filhos, menos ele efetivamente comprará produtos que certifiquem questões cujos efeitos imediatos não são perceptíveis e, menos ainda, observáveis, como aspectos ambientais e éticos, por exemplo. Essas suposições levam em conta os resultados da pesquisa que revelam, na média global da amostra, que preço, data de validade, benefícios à saúde e o local de origem são informações procuradas com maior frequência do que aquelas que expressam o impacto ambiental e as emissões de GEE.

Com relação ao entendimento, os selos parecem ser autoexplicativos e seus conceitos rapidamente assimiláveis pelo consumidor. Embora a maioria expressiva da amostra tenha declarado nunca ter visto os selos de carbono, grande parte desses indivíduos foram assertivos ao sinalizar o que os selos que certificam a pegada de carbono e o carbono neutro de um produto significam. Possivelmente ajudados pelo design gráfico dos logotipos, que remetem à natureza – imagem de um pássaro no caso do selo Pegada de Carbono ABNT e da

cor verde no selo Carbono Neutro -, pela menção da palavra “carbono” e pela não utilização de medidas como a quantidade de CO<sub>2</sub>e (dióxido de carbono equivalente) emitido ou o nível de intensidade de carbono, geralmente representado por cores de alerta, como as luzes de um semáforo, que, embora não tenham sido testadas neste estudo, são outras formas de comunicar as emissões de GEE geradas no processo produtivo de alimentos.

Inclusive a própria classificação dos selos encontradas na literatura e apresentadas no Capítulo 4, embora fundamentadas, pode levar a sobreposições. Vide os selos intensidade de carbono e de baixo carbono. Ambos mensuram as emissões e sua redução, porém, apresentam meios de comparação diferentes, potencialmente dificultando a escolha pelo consumidor.

A inserção do selo *Orgânicos do Brasil* como elemento comparativo reforçou, de forma indireta, a base conceitual dos selos de carbono, que tem raízes nos conceitos do *Food Miles* e da pegada ecológica. Embora os cultivos orgânicos certifiquem diretamente a não utilização de insumos químicos e a preservação e aumento da diversidade, parte dos consumidores da pesquisa relacionaram a certificação de alimentos orgânicos com o suporte à produção local. Aspecto que pode ser favorecido de formal indireta e informal pelas prerrogativas do cultivo orgânico, mas não são normativos. De qualquer forma, a promoção de meios de distribuição de alimentos baseados em cadeias curtas e o incentivo ao consumo de alimentos produzidos localmente são estratégias que certamente atuarão na redução das emissões de GEE e, conseqüentemente, na mitigação das mudanças climáticas. Outra observação pertinente diz respeito ao entendimento do selo que certifica alimentos orgânicos, com base nos dados coletado neste estudo, constata-se que, embora muito mais conhecido do que os selos de carbono, uma quantidade maior de indivíduos não sabe ou respondeu de forma errônea à questão que indagava o que o selo significava. Portanto, o que a certificação representa e não só o que significa pode também influenciar a escolha do consumidor, por exemplo, por produtos locais sem selo de carbono em detrimento de um produto produzido em um local distante, porém com selo de carbono.

Discutindo e comparando o entendimento e uso da informação dos selos de carbono e selos para orgânicos, as dimensões temporal e de governança devem ser consideradas. O selo *Orgânicos do Brasil* obedece a preceitos legais e tem no governo federal sua instância maior. Ademais, é um selo que está sendo adotado por produtores e apresentado aos consumidores há muito mais tempo do que os selos que certificam as emissões de GEE geradas no processo produtivo de um alimento, esses últimos majoritariamente atrelados a protocolos de certificação privados e inseridos no mercado há pouco tempo.

Embora esta dissertação tenha apontado lacunas, oportunidades e desafios para a implementação de selos de carbono no Brasil, bem como, trazido evidências do entendimento e uso da informação desses selos pelo consumidor brasileiro, algumas limitações do estudo devem ser apontadas. Primeiramente, as técnicas de pesquisa (survey on-line) e amostragem (não-probabilística e por conveniência) escolhidas impossibilitam qualquer tipo de generalização dos resultados obtidos, desse modo, os coeficientes apresentados são estimados para uma amostra majoritariamente jovem, de classe média, e nível educacional alto. Portanto, uma amostra composta por um perfil sociodemográfico muito similar. O fato de a amostra ser pequena ( $N = 308$ ) também é um aspecto limitante que precisa ser considerado. Possivelmente o poder preditivo das variáveis independentes sobre as dependentes seria maior caso a amostra fosse maior e mais heterogênea. Em segundo lugar, o estudo se limitou a investigar o entendimento e uso da informação dos selos, mas não os vinculou a categorias de produtos alimentícios. A aplicação de uma análise inferencial em que outros atributos, além dos selos de carbono, são analisados em conjunto e ao mesmo tempo (*conjoint analysis*) poderia trazer evidências quanto à preferência do consumidor e a propensão a pagar mais por produtos certificados como de baixo carbono. É esperado que o consumidor, no quesito emissões de GEE, avalie a carne bovina de forma oposta a uma fruta, por exemplo.

Apesar dessas limitações, este estudo que, é importante reiterar, tem um caráter exploratório, angariou dados importantes que podem trazer outras evidências no que diz respeito à relação dos fatores motivacionais com o entendimento e o uso da informação dos selos de carbono. A realização posterior de uma análise que busque fragmentar a amostra em grupos (análise de cluster) pode explicar alguns resultados não esperados obtidos com a análise de regressão multivariada. Hipoteticamente, pode existir um fator geracional que explique o fato de indivíduos mais jovens e não inseridos nos níveis mais altos de escolarização apresentarem maior consciência ambiental, bem como, maior entendimento e uso da informação dos selos de certificação para emissões de GEE em alimentos. Além disso, é fortemente incentivada a realização de estudos futuros dedicados à investigação da relação entre a exposição do indivíduo a informações factuais sobre as mudanças climáticas e suas mudanças de hábitos de compra, podem auxiliar na compreensão do complexo mecanismo de escolha do consumidor, suas atitudes implícitas e explícitas e a influência de atributos extrínsecos e intrínsecos dos alimentos.

Espera-se que este estudo auxilie na construção de outros e que, ao cabo, retorne à sociedade na forma de apontamentos de oportunidades e desafios para a comunicação de

estratégias do agronegócio e da indústria de alimentos brasileira para mitigar as mudanças climáticas.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, M. W.; SPIALEK, M. L. Young millennials, environmental orientation, food company sustainability, and green word-of-mouth recommendations. **Journal of Food Products Marketing**, Binghamton, v. 24, n. 7, p. 803–829, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10454446.2017.1415827>. Acesso em: 6 fev. 2020.
- APOSTOLIDIS, C.; MCLEAY, F. To meat or not to meat? Comparing empowered meat consumers' and anti-consumers' preferences for sustainability labels. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 77, p. 109-122, 2019. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0950329318309005>. Acesso em: 6 fev. 2020.
- BAGLEY, J. E.; MILLER, J.; BERNACCHI, C. J. Biophysical impacts of climate-smart agriculture in the Midwest United States. **Plant, Cell and Environment**, Hoboken, v. 38, n. 9, p. 1913–1930, 2015.
- BARCELLOS, M. D. *et al.* Investigating the gap between citizens' sustainability attitudes and food purchasing behaviour: empirical evidence from brazilian pork consumers. **International Journal of Consumer Studies**, Oxford, v. 35, n. 4, p. 391–402, 2011.
- BEATTIE, G.; MCGUIRE, L. Consumption and climate change: why we say one thing but do another in the face of our greatest threat. **Semiotica**, Milano, n. 213, p. 493-538, 2016.
- BEATTIE, G.; MCGUIRE, L. The modifiability of implicit attitudes to carbon footprint and its implications for carbon choice. **Environment and Behavior**, Thousand Oaks, p. 1-28, 2018.
- BESSOU, C. *et al.* LCA applied to perennial cropping systems: a review focused on the farm stage. **International Journal of Life Cycle Assessment**, Landsberg, v. 18, n. 2, p. 340–361, 2013.
- BIRKENBERG, A.; BIRNER, R. The world's first carbon neutral coffee: lessons on certification and innovation from a pioneer case in Costa Rica. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 189, p. 485–501, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.226>. Acesso em: 6 fev. 2020.
- BLOMQVIST, O. **Different types of climate labels for food products**. 2009. 71 f. Thesis (Master of Science) – Lund University, Lund, 2009.
- BOLWIG, S.; GIBBON, P. **Emerging product carbon footprint standards and schemes and their possible trade impacts**. Roskilde: Risø National Laboratory for Sustainable Energy, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e adaptação às mudanças climáticas para consolidação da economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)**. Brasília, DF : MAPA/ACS, 2012.
- CAMILLERI, A. R. *et al.* Consumers underestimate the emissions associated with food but are aided by labels. **Nature Climate Change**, London, v. 9, n. 1, p. 53–58, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/s41558-018-0354-z>. Acesso em: 6 fev. 2020.

CAMPBELL, B. M. *et al.* Sustainable intensification: what is its role in climate smart agriculture? **Current Opinion in Environmental Sustainability**, Amsterdam, v. 8, p. 39–43, 2014.

CARBONFUND. **Carbon free® product certification - carbon footprint protocol version 6.0.** [S. l.]: Carbonfund, 2015. p. 1–11.

CHEKIMA, B. C. *et al.* Examining green consumerism motivational drivers: does premium price and demographics matter to green purchasing? **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 112, pt. 4, p. 3436–3450, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.102>. Acesso em: 6 fev. 2020.

COHEN, M. A.; VANDENBERGH, M. P. The potential role of carbon labeling in a green economy. **Energy Economics**, Amsterdam, v. 34, p. S53–S63, 2012. Supl. 1. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2012.08.032>. Acesso em: 6 fev. 2020.

CZARNEZKI, J. J. The Future of food eco-labeling: organic, carbon footprint, and environmental life-cycle analysis. **Stanford Environmental Law Journal**, Stanford, v. 30, n. 3, p. 3–49, 2015.

DE BOER, J.; DE WITT, A.; AIKING, H. Help the climate, change your diet: a cross-sectional study on how to involve consumers in a transition to a low-carbon society. **Appetite**, London, v. 98, p. 19–27, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.appet.2015.12.001>. Acesso em: 6 fev. 2020.

DENDLER, L. Sustainability meta labelling: an effective measure to facilitate more sustainable consumption and production? **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 63, p. 74–83, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.04.037>. Acesso em: 6 fev. 2020.

DENEF, K. *et al.* **Report of greenhouse gas accounting tools for agriculture and forestry sectors: interim report to USDA under contract no. GS-23F-8182H.** [Washington, DC]: USDA, 2012.

DING, Z. *et al.* Factors affecting low-carbon consumption behavior of urban residents: a comprehensive review. **Resources, Conservation and Recycling**, Oxford, v. 132, p. 3–15, 2018.

DUNLAP, R. E. *et al.* Measuring endorsement of the new ecological paradigm: a revised NEP scale. **Journal of Social Issues**, Malden, v. 56, n. 3, p. 425–442, 2000. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/0022-4537.00176>. Acesso em: 6 fev. 2020.

EMBERGER-KLEIN, A.; MENRAD, K. The effect of information provision on supermarket consumers' use of and preferences for carbon labels in Germany. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 172, p. 253–263, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.105>. Acesso em: 6 fev. 2020.

FEUCHT, Y.; ZANDER, K. Consumers' willingness to pay for climate-friendly food in European countries. **International Journal on Food System Dynamics**, Bonn, p. 360–377, 2017.

FEUCHT, Y.; ZANDER, K. Consumers' preferences for carbon labels and the underlying reasoning. A mixed methods approach in 6 European countries. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 178, p. 740-748, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.236>. Acesso em: 6 fev. 2020.

FIELD, A. **Discovering statistics using SPSS**. 3rd ed. London: SAGE, 2009.

FOLEY, J. A. *et al.* Solutions for a cultivated planet. **Nature**, London, v. 478, n. 7369, p. 337-342, 2011.

FRANZLUEBBERS, A. J. *et al.* Toward agricultural sustainability through integrated crop-livestock systems. III. Social aspects. **Renewable Agriculture and Food Systems**, Wallingford, v. 29, n. 3, p. 192-194, 2014.

FREIRE, O.; QUEVEDO-SILVA, F.; FREDERICO, E. Mensurando a consciência ambiental do consumidor: um estudo comparativo entre as escalas NEP e ECCB. **Organicom**, São Paulo, v. 10, n. 18, p. 244, 2013.

GIACOMARRA, M. *et al.* Electric mobility in the Sicilian short food supply chain. **Studies in Agricultural Economics**, Budapest, v. 121, n. 2, p. 84-93, 2019.

GIFFORD, R. **Research methods for environmental psychology**. Hoboken: Wiley, 2015.

GREBITUS, C.; STEINER, B.; VEEMAN, M. M. Paying for sustainability: a cross-cultural analysis of consumers' valuations of food and non-food products labeled for carbon and water footprints. **Journal of Behavioral and Experimental Economics**, Amsterdam, v. 63, p. 50-58, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.socec.2016.05.003>. Acesso em: 6 fev. 2020.

GRUNERT, K. G.; HIEKE, S.; WILLS, J. Sustainability labels on food products: consumer motivation, understanding and use. **Food Policy**, Guildford, v. 44, p. 177-189, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodpol.2013.12.001>. Acesso em: 6 fev. 2020.

GRUNERT, S. C.; JUHL, H. J. Values, environmental attitudes, and buying of organic foods. **Journal of Economic Psychology**, Amsterdam, v. 16, p. 39-62, 1995.

HAIR JR., J. F. *et al.* **Multivariate data analysis**. 7th. ed. Essex: Pearson, 2014. v. 16

HANSS, D.; BÖHM, G. Sustainability seen from the perspective of consumers. **International Journal of Consumer Studies**, Oxford, v. 36, n. 6, p. 678-687, 2012.

HARVEY, M.; PILGRIM, S. The new competition for land: food, energy, and climate change. **Food Policy**, Guildford, v. 36, p. S40-S51, 2011.

HOFFMANN, S. *et al.* Hungry bellies have no ears. How and why hunger inhibits sustainable consumption. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 160, p. 96-104, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.02.007>. Acesso em: 6 fev. 2020.

HOLLING, C. S. Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. **Ecosystems**, New York, v. 4, n. 5, p. 390-405, 2001.

HOOGLAND, C. T.; DE BOER, J.; BOERSEMA, J. J. Food and sustainability: do consumers recognize, understand and value on-package information on production standards? **Appetite**, London, v. 49, n. 1, p. 47-57, 2007.

HSU, J. L.; LIN, T.-Y. Carbon reduction knowledge and environmental consciousness in Taiwan. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, Bradford, v. 26, n. 1, p. 37-52, 2015.

IBANEZ, L.; GROLLEAU, G. Can ecolabeling schemes preserve the environment? **Environmental and Resource Economics**, Dordrecht, v. 40, n. 2, p. 233-249, 2008.

JANSSON, J.; DORREPAAL, E. Personal norms for dealing with climate change: results from a survey using moral foundations theory. **Sustainable Development**, New York, v. 23, n. 6, p. 381-395, 2015.

KAHNEMAN, D. **Thinking, fast and slow**. London: Penguin, 2011.

KIM, H.; HOUSEB, L. A.; KIM, T. K. Consumer perceptions of climate change and willingness to pay for mandatory implementation of low carbon labels: the case of South Korea. **International Food and Agribusiness Management Review**, Stamford, v. 19, n. 4, p. 129-144, 2016.

LAL, R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. **Science**, Washington, DC, v. 304, n. 5677, p. 1623-1627, 2004.

LI, Q.; LONG, R.; CHEN, H. Empirical study of the willingness of consumers to purchase low-carbon products by considering carbon labels: a case study. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 161, n. 2017, p. 1237-1250, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.154>. Acesso em: 6 fev. 2020.

LIPPER, L. *et al.* Climate-smart agriculture for food security. **Nature Climate Change**, London, v. 4, n. 12, p. 1068-1072, 2014. Disponível em: <http://www.nature.com/articles/nclimate2437>. Acesso em: 9 out. 2018.

LIU, T.; WANG, Q.; SU, B. A review of carbon labeling: standards, implementation, and impact. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, New York, v. 53, p. 68-79, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.08.050>. Acesso em: 6 fev. 2020.

MALHOTRA, N. K.; NUNAN, D.; BIRKS, D. F. **Marketing research: an applied approach**. 5. ed. New York: Pearson, 2017.

MEISTERLING, K.; SAMARAS, C.; SCHWEIZER, V. Decisions to reduce greenhouse gases from agriculture and product transport: LCA case study of organic and conventional wheat. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 17, n. 2, p. 222-230, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.04.009>. Acesso em: 6 fev. 2020.

MOL, A. P. J. Transparency and value chain sustainability. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 107, p. 154-161, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.012>. Acesso em: 6 fev. 2020.

MOL, A. P. J.; OOSTERVEER, P. Certification of markets, markets of certificates: tracing sustainability in global agro-food value chains. *Sustainability*, Basel, v. 7, n. 9, p. 12258–12278, 2015.

MOTOSHITA, M. *et al.* Potential impacts of information disclosure designed to motivate Japanese consumers to reduce carbon dioxide emissions on choice of shopping method for daily foods and drinks. *Journal of Cleaner Production*, Amsterdam, v. 101, p. 205–214, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.005>. Acesso em: 6 fev. 2020.

NIGGLI, U. *et al.* **Low greenhouse gas agriculture**: mitigation and adaptation potential of sustainable farming systems. Rome: FAO, 2009. Disponível em: <http://orgprints.org/15690/1/niggli-et-al-2009-lowgreenhouse.pdf>. Acesso em: 6 fev. 2020.

NILES, M. T. *et al.* Climate change mitigation beyond agriculture: a review of food system opportunities and implications. *Renewable Agriculture and Food Systems*, Wallingford, v. 33, n. 3, p. 297–308, 2018.

NOTARNICORLA, B. *et al.* (ed.). **Life cycle assessment in the agri-food sector**: case studies, methodological issues, and best practices. Cham: Springer, cop. 2015.

NTANOS, S. *et al.* An application of the new environmental paradigm (NEP) scale in a Greek context. *Energies*, Basel, v. 12, [art.] 239, [p. 1–18], 2019.

O'BRIEN, L. V. *et al.* Low carbon readiness index: a short measure to predict private low carbon behaviour. *Journal of Environmental Psychology*, London, v. 57, p. 34–44, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2018.06.005>. Acesso em: 6 fev. 2020.

OGLE, S. M.; BREIDT, F. J. A. Y.; PAUSTIAN, K. Agricultural management impacts on soil organic carbon storage under moist and dry climatic conditions of temperate and tropical regions. *Biogeochemistry*, The Hague, n. 72, p. 87–121, 2005.

PAUSTIAN, K. *et al.* Climate-smart soils. *Nature*, London, v. 532, n. 7597, p. 49–57, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/nature17174>. Acesso em: 6 fev. 2020.

PAXTON, A. **The food miles report**. London: S.A.F.E. Alliance, 1994.

PIATTO, M. *et al.* **Emissões do setor de agropecuária**: documento de análise: período 1970–2016. [S.l.]: Observatório do Clima, Imaflora, 2018. Disponível em: [https://www.imaflora.org/downloads/biblioteca/Relatorios\\_SEEG\\_2018-Agro\\_Final\\_v1.pdf](https://www.imaflora.org/downloads/biblioteca/Relatorios_SEEG_2018-Agro_Final_v1.pdf). Acesso em: 6 fev. 2020.

PINGALI, P. Westernization of Asian diets and the transformation of food systems: implications for research and policy. *Food Policy*, Guildford, v. 32, n. 3, p. 281–298, 2007.

PUSKA, P. Does organic food consumption signal prosociality?: an application of Schwartz's value theory. *Journal of Food Products Marketing*, Binghamton, v. 25, n.2, p. 207–231, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10454446.2018.1522286>. Acesso em: 6 fev. 2020.

REARDON, T.; TIMMER, C. P. Transformation of markets for agricultural output in developing countries since 1950: how has thinking changed? *In*: EVENSON, R.; PINGALI, P. (ed.). **Agricultural development**: farmers, farm production and farm markets. Amsterdam:

North-Holland, 2007. v. 3, cap. 55, p. 2807–2855. (Handbook of Agricultural Economics, v.3).

REISCH, L.; EBERLE, U.; LOREK, S. Sustainable food consumption: an overview of contemporary issues and policies. **Sustainability: Science, Practice, and Policy**, London, v. 9, n. 2, p. 7–25, 2013.

SÁ, J. C. de M. *et al.* Low-carbon agriculture in South America to mitigate global climate change and advance food security. **Environment International**, Amsterdam, v. 98, p. 102–112, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2016.10.020>. Acesso em: 6 fev. 2020.

SANTERAMO, F. G. *et al.* On consumption patterns in oyster markets: the role of attitudes. **Marine Policy**, Amsterdam, v. 79, p. 54–61, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2017.02.005>. Acesso em: 6 fev. 2020.

SCHAEFER, F.; BLANKE, M. Opportunities and challenges of carbon footprint , climate or CO 2 labelling for horticultural products. **Erwerbs-Obstbau**, Berlin, n. 56, p. 73–80, 2014.

SCHINAIDER, A. D. **Consciência ambiental, valores humanos e atitudes pró-ambientais: uma aplicação das escalas NEP e Schwartz nas agroindústrias familiares do RS.** 2018. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural, Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

SCHWARTZ, S. H. Universals in the content and structure of values: theoretical advances and empirical tests in 20 countries. *In*: ZANNA, M. P. (ed.). **Advances in experimental social psychology**. San Diego: Academic Press, 1992. v. 25, p. 1–65.

SCHWARTZ, S. H. A proposal for measuring value orientations across nations. *In*: EUROPEAN SOCIAL SURVEY. **Questionnaire development package of the European Social Survey**. London: ESS, 2001. cap. 7, p. 259–319. Disponível em: [http://www.europeansocialsurvey.org/docs/methodology/core\\_ess\\_questionnaire/ESS\\_core\\_questionnaire\\_human\\_values.pdf](http://www.europeansocialsurvey.org/docs/methodology/core_ess_questionnaire/ESS_core_questionnaire_human_values.pdf). Acesso em: 6 fev. 2020.

SCHWARTZ, S. H. *et al.* Extending the cross-cultural validity of the theory of basic human values with a different method of measurement. **Journal of Cross-Cultural Psychology**, Beverly Hills, v. 32, n. 5, p. 519–542, 2001.

SCHWARTZ, S. H.; BILSKY, W. Toward a universal psychological structure of human values. **Journal of Personality and Social Psychology**, [Washington, DC], v. 53, n. 3, p. 550–562, 1987.

SHEEHAN, E. *et al.* **Carbon footprints and labels in a BC agriculture context.** Vancouver: Climate Smart Businesses, 2012.

SILVA, V. P. *et al.* Variability in environmental impacts of brazilian soybean according to crop production and transport scenarios. **Journal of Environmental Management**, New York, v. 91, n. 9, p. 1831–1839, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.04.001>. Acesso em: 6 fev. 2020.

SMITH, P. *et al.* Greenhouse gas mitigation in agriculture. **Philosophical Transactions of the**

**Royal Society B: Biological Sciences**, London, v. 363, n. 1492, p. 789–813, 2008.

SMITH, P. *et al.* Agriculture, forestry and other land use (AFOLU). In: EDENHOFER, O. *et al.* (ed.). **Climate change 2014: mitigation of climate change**. Cambridge: Cambridge University, 2014. cap. 11, p. 811–922. (Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change).

SÖRQVIST, P. *et al.* The green halo: mechanisms and limits of the eco-label effect. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 43, p. 1–9, 2015.

STRINGER, R.; SANG, N.; CROPPENSTEDT, A. Producers, processors, and procurement decisions: the case of vegetable supply chains in China. **World Development**, Oxford, v. 37, n. 11, p. 1773–1780, 2009.

TALAMINI, E. *et al.* Tendências e perspectivas do novo paradigma ecológico: uma revisão sistemática da produção científica. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, DF, v. 8, n. 3, p. 84–99, 2017.

THØGERSEN, J.; NIELSEN, K. S. A better carbon footprint label. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 125, p. 86–94, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.098>. Acesso em: 6 fev. 2020.

THOMPSON, S. C. G.; BARTON, M. A. Ecocentric and anthropocentric attitudes toward the environment. **Journal of Environmental Psychology**, London, v. 14, n. 2, p. 149–157, 1994.

TILMAN, D.; CLARK, M. Food, Agriculture & the environment: can we feed the world & save the earth? **Daedalus**, Cambridge, v. 144, n. 4, p. 8–23, 2015.

UPHAM, P.; DENDLER, L.; BLEDA, M. Carbon labelling of grocery products: public perceptions and potential emissions reductions. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 19, n. 4, p. 348–355, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.05.014>. Acesso em: 6 fev. 2020.

VERMEULEN, S. J.; CAMPBELL, B. M.; INGRAM, J. S. I. Climate change and food systems. **Annual Review of Environment and Resources**, Palo Alto, n. 37, p. 195–222, 2012.

WACKERNAGEL, M.; REES, W. **Our ecological footprint: reducing human impact on the earth**. Gabriola Island: New Society, 1996.

WALTER, S.; SCHMIDT, M. Carbon footprints und carbon label – eine echte Hilfe bei der Kaufentscheidung? **uwf UmweltWirtschaftsForum**, Berlin, v. 16, n. 3, p. 175–181, 2008.

WU, P. *et al.* Achieving transparency in carbon labelling for construction materials - Lessons from current assessment standards and carbon labels. **Environmental Science and Policy**, Exeter, v. 44, p. 11–25, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2014.07.009>. Acesso em: 6 fev. 2020.

WU, P. *et al.* A review of benchmarking in carbon labelling schemes for building materials. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 109, p. 108–117, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.067>. Acesso em: 6 fev. 2020.

ZILBERMAN, D. IPCC AR5 overlooked the potential of unleashing agricultural biotechnology to combat climate change and poverty. **Global Change Biology**, Oxford, v. 21, n. 2, p. 501–503, 2015.

## APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO<sup>16</sup>

### Seção 1

Olá!

Somos do Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CEPAN/UFRGS) e estamos realizando uma pesquisa sobre os selos que certificam a redução ou a compensação das emissões de gases de efeito estufa na produção de alimentos. Ao responder voluntariamente e de forma não remunerada a esse questionário, você nos ajudará a entender o papel desses selos como uma possível ferramenta de redução dos impactos nas mudanças climáticas causados pela produção e pelo consumo de alimentos. O questionário dura cerca de 10-15 minutos e suas respostas serão tratadas de forma totalmente anônima.

Se você está respondendo a esse questionário em seu smartphone, por favor, ative a rotação de tela - a visualização das questões é facilitada com o aparelho na posição horizontal.

Sua participação é muito importante para nós!

Dúvidas? Envie um e-mail para: [luiz.lovato@ufrgs.br](mailto:luiz.lovato@ufrgs.br)

### Seção 2

#### *Dados sociodemográficos*

##### *Gênero*

- Feminino
- Masculino
- Prefiro não me identificar

##### *Idade*

- Menor de 18 anos
- 18-24 anos
- 25-34 anos
- 35-44 anos
- 45-59 anos
- 60 anos ou mais

##### *Nº de filhos*

- 0
- 1
- 2 ou mais

---

<sup>16</sup> Essa é uma transcrição do questionário aplicado junto aos consumidores por meio do Google Forms.

*Nível educacional*

- Ensino fundamental incompleto
- Ensino fundamental
- Ensino médio incompleto
- Ensino médio
- Ensino superior incompleto
- Ensino superior
- Pós-graduação

*Renda familiar mensal*

- De R\$ 0,01 a R\$ 2.000,00
- De R\$ 2.000,01 a R\$ 4.000,00
- De R\$ 4.001,00 a R\$ 10.000,00
- De R\$ 10.000,01 a R\$ 20.000,00
- Acima de R\$ 20.000,01

*Estado (UF)\**

\*Estados representados por suas respectivas siglas e em formato de lista.

**Seção 3**

A seguir algumas pessoas são descritas brevemente. Por favor, leia cada descrição e pense sobre o quanto cada pessoa se parece ou não com você em uma escala de 1 a 5. Onde 1 = nada parecido(a) comigo e 5 = muito parecido(a) comigo.

Exemplo de apresentação da questão:

Pensar em novas ideias e ser criativo(a) é importante para ele/ela. Ele/Ela gosta de fazer as coisas de maneira original.

1 2 3 4 5

Nada parecido(a) comigo      Muito parecido(a) comigo

Lista de itens na ordem de aparição.

1	Pensar em novas ideias e ser criativo(a) é importante para ele/ela. Ele/Ela gosta de fazer as coisas de maneira original.
2	É importante para ele/ela ser rico(a). Ele/Ela quer ter muito dinheiro e coisas caras.
3	Ele/Ela acha importante que toda pessoa no mundo seja tratada de forma igual. Ele/Ela acredita que todos deveriam ter oportunidades iguais na vida.
4	É muito importante para ele/ela mostrar suas habilidades. Ele/Ela quer que as pessoas admirem o que ele/ela faz.
5	É importante para ele/ela viver em ambientes seguros. Ele/Ela evita qualquer coisa que possa pôr em perigo sua segurança.
6	Ele/Ela gosta de surpresas e está sempre procurando novas coisas para fazer. Ele/Ela acha importante fazer muitas coisas diferentes na vida.
7	Ele/Ela acredita que as pessoas devem fazer o que lhes é ordenado. Ele/Ela acha que as pessoas deveriam seguir as regras a todo momento, mesmo quando ninguém está observando.

8	É importante para ele/ela escutar as pessoas que são diferentes dele/dela. Mesmo quando ele/ela discorda dessas pessoas, ele/ela ainda quer entender elas.
9	É importante para ele/ela ser humilde e modesto(a). Ele/Ela tenta não chamar atenção para si.
10	Aproveitar os prazeres da vida é importante para ele/ela. Ele/Ela gosta de fazer coisas que lhe dão prazer.
11	É importante para ele/ela tomar suas próprias decisões sobre o que fazer. Ele/Ela gosta de ser livre e não depender dos outros.
12	É muito importante para ele/ela ajudar as pessoas ao seu redor. Ele/Ela quer cuidar do bem-estar delas.
13	Ser bem-sucedido(a) é importante para ele/ela. Ele/Ela espera que as pessoas reconheçam suas realizações.
14	É importante para ele/ela que o governo garanta sua segurança contra todas as ameaças. Ele/Ela deseja que o Estado seja forte para poder defender seus cidadãos.
15	Ele/Ela busca aventuras e gosta de correr riscos. Ele/Ela quer ter uma vida emocionante.
16	É importante para ele/ela sempre se comportar adequadamente. Ele/ela quer evitar fazer qualquer coisa que as pessoas diriam que está errada.
17	É importante para ele/ela estar no comando e dizer aos outros o que fazer. Ele/Ela quer que as pessoas façam o que ele/ela disser para fazer.
18	É importante para ele/ela ser leal aos seus amigos. Ele/Ela quer se dedicar às pessoas próximas a/à ele/ela.
19	Ele/Ela acredita fortemente que as pessoas deveriam se importar com a natureza. Cuidar do meio ambiente é importante para ele/ela.
20	Tradição é importante para ele/ela. Ele/Ela procura seguir os costumes transmitidos por sua religião ou pela sua família.
21	Sempre que possível ele/ela busca ocasiões para se divertir. É importante para ele/ela fazer coisas que lhe dão prazer.

#### Seção 4

A seguir são apresentadas algumas afirmações sobre a relação entre o homem e a natureza. Você concorda ou discorda que...

Exemplo de apresentação da questão:

	Discordo plenamente	Discordo um pouco	Não tenho certeza	Concordo um pouco	Concordo plenamente
Nós estamos chegando no limite de pessoas que o Planeta Terra pode suportar.	<input type="radio"/>				
Os seres humanos têm o direito de modificar o meio ambiente para suprir suas necessidades.	<input type="radio"/>				

Lista de itens na ordem de aparição.

1	Nós estamos chegando no limite de pessoas que o Planeta Terra pode suportar.
2	Os seres humanos têm o direito de modificar o meio ambiente para suprir suas

	necessidades.
3	Quando os humanos interferem na natureza, frequentemente as consequências são desastrosas.
4	A perspicácia humana garantirá que nós não faremos da Terra um lugar inabitável.
5	Os humanos estão abusando seriamente do meio ambiente.
6	A Terra tem muitos recursos naturais, nós só precisamos aprender a usá-los de forma eficiente.
7	Plantas e animais têm tanto direito quanto os humanos de existir.
8	O equilíbrio natural é suficientemente forte para lidar com os impactos das nações industriais modernas.
9	Apesar de nossas habilidades especiais, os seres humanos seguem sujeitos às leis da natureza.
10	A chamada "crise ecológica" enfrentada pela humanidade tem sido muito exagerada.
11	A Terra possui espaço e recursos muito limitados.
12	O ser humano foi feito para reinar sobre o resto da natureza.
13	O equilíbrio natural é muito delicado e é perturbado facilmente.
14	Os seres humanos irão aprender o suficiente sobre como a natureza funciona para serem capazes de controlá-la.
15	Se as coisas continuarem como estão, logo nós iremos vivenciar uma grande catástrofe ecológica.

### Seção 5



Observe a imagem acima. Você conhece esse selo de certificação para alimentos?

- Sim
- Não
- Não tenho certeza

O que você acha que esse selo de certificação para alimentos significa? Por favor, marque somente uma opção.

- Conservação de florestas.
- Redução das emissões de gases de efeito estufa no processo de produção.
- Apoio à produção de bens locais e regionais.
- Redução da contaminação por insumos químicos.
- Melhoramentos na embalagem e mais opções de reciclagem.
- Preservação ou aumento da biodiversidade.
- Não sei.
- Outros.

Caso você tenha marcado a opção "outros", qual é o significado que esse selo tem para você?

\_\_\_\_\_.



Observe a imagem acima. Você conhece esse selo de certificação para alimentos?

- Sim
- Não
- Não tenho certeza

O que você acha que esse selo de certificação para alimentos significa? Por favor, marque somente uma opção.

- Conservação de florestas.
- Compensação das emissões de gases de efeito estufa no processo de produção.
- Apoio à produção de bens locais e regionais.
- Redução da contaminação por insumos químicos.
- Melhoramentos na embalagem e mais opções de reciclagem.
- Preservação ou aumento da biodiversidade.
- Não sei.
- Outros.

Caso você tenha marcado a opção "outros", qual é o significado que esse selo tem para você?

\_\_\_\_\_.



Observe a imagem acima. Você conhece esse selo de certificação para alimentos?

- Sim
- Não
- Não tenho certeza

O que você acha que esse selo de certificação para alimentos significa? Por favor, marque somente uma opção.

- Conservação de florestas.
- Redução das emissões de gases de efeito estufa no processo de produção.
- Apoio à produção de bens locais e regionais.
- Redução da contaminação por insumos químicos.
- Melhoramentos na embalagem e mais opções de reciclagem.
- Preservação ou aumento da biodiversidade.
- Não sei.
- Outros.

Caso você tenha marcado a opção "outros", qual é o significado que esse selo tem para você?

\_\_\_\_\_.

### Seção 6

Quando você compra produtos alimentícios, com que frequência você procura pelas seguintes informações expressas na embalagem?

Exemplo de apresentação da questão:

	1 - Nunca	2	3	4	5 - Sempre
Benefícios nutricionais (baixo teor de gordura, açúcar, sal, etc.)	<input type="radio"/>				
Quantidade/tamanho do produto (gramas, litros, etc.)	<input type="radio"/>				

Lista de itens.

Preço
Data de validade
Quantidade/tamanho do produto (gramas, litros, etc.)
Marca
Lista de ingredientes
Benefícios nutricionais (baixo teor de gordura, açúcar, sal, etc.)
Modo de preparo
Tabela nutricional
Local de origem do produto
Benefícios para a saúde (redução do colesterol, bom para os ossos, etc.)
Impacto ambiental (emissões, produção, transporte, etc.)
Informações que indicam que o produto é orgânico
Impacto social (respeito a condições de trabalho minimamente justas)
Informações para alérgicos/intolerantes

### Seção 7

Agradecemos sua participação!

Os resultados dessa pesquisa farão parte da dissertação de mestrado de Luiz Gustavo Lovato e poderão ser acessados a partir do segundo semestre de 2020 no Repositório Digital da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (<https://lume.ufrgs.br/>).

Não esqueça de enviar sua resposta.

Dúvidas? Envie um e-mail para [luiz.lovato@ufrgs.br](mailto:luiz.lovato@ufrgs.br)