

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

**APLICAÇÃO DE AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA NA
ESTIMATIVA DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO
ESTUFA RELACIONADAS AO CONSUMO DE
ALIMENTOS: ESTUDO DE CASO EM BRASÍLIA, DF**

VICTOR ALEXSANDER OLIVEIRA SILVA

ORIENTADOR: FRANCISCO JAVIER CONTRERAS PINEDA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TECNOLOGIA AMBIENTAL E
RECURSOS HÍDRICOS**

BRASÍLIA/DF: MARÇO – 2021

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**APLICAÇÃO DE AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA NA ESTIMATIVA DAS
EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA RELACIONADAS AO CONSUMO
DE ALIMENTOS: ESTUDO DE CASO EM BRASÍLIA, DF**

Dissertação submetida ao Departamento de Engenharia Civil da Ambiental da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de mestre em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos.

APROVADA POR:

Prof. Francisco Javier Contreras Pineda, PhD
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – ENC/UnB
(Orientador)

Prof. Dra. Ariuska Karla Barbosa Amorim
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – ENC/UnB
(Examinador Interno)

Prof. Dr. Sandro Donnini Mancini
Instituto de Ciência e Tecnologia – Unesp
(Examinador Externo)

BRASÍLIA/DF, MARÇO DE 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, VICTOR ALEXSANDER OLIVEIRA

Aplicação de Avaliação de Ciclo de Vida na estimativa das emissões de gases de efeito estufa relacionadas ao consumo de alimentos: estudo de caso em Brasília, DF. 2021.

xiv, 289p., 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, 2021).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Avaliação de Ciclo de Vida

2. Emissões de Gases de Efeito Estufa

3. Consumo domiciliar de alimentos

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, V. A. O. (2021). Aplicação de Avaliação de Ciclo de Vida na estimativa das emissões de gases de efeito estufa relacionadas ao consumo de alimentos: estudo de caso em Brasília, DF. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 289p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Victor Alexsander Oliveira Silva

TÍTULO: Aplicação de Avaliação de Ciclo de Vida na estimativa das emissões de gases de efeito estufa relacionadas ao consumo de alimentos: estudo de caso em Brasília, DF.

GRAU: Mestre ANO: 2021

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Victor Alexsander Oliveira Silva

Estância Planaltina, Módulo D Casa 48/A, Planaltina - Brasília, DF

73401-312 Brasília – DF – Brasil.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, *Marcos* e *Eliane*, à minha irmã, *Nadielly*, por todo o suporte compreensão. Vivemos momentos muito difíceis enquanto eu cursei o mestrado, mas vocês me deram apoio fundamental para que eu pudesse concluir o curso.

À *Kássia*, minha parceira de vida, por estar presente quando eu mais precisei. Sem seu apoio eu não teria conseguido finalizar esta dissertação. Para mim é muito importante saber que posso contar contigo quando eu precisar.

Ao meu orientador, prof. Francisco Contreras, por tudo o que fez por mim durante os últimos anos, por todo o respeito às minhas opiniões, pelo cuidado e atenção ao desenvolvimento desta pesquisa. Espero poder continuar essa parceria que construímos desde a graduação.

Aos Turistas Matheus Almeida e Thaís Cunha pelos (poucos) momentos em que dividimos o espaço da sala 02 do PTARH e pela amizade de vocês.

Aos alunos do PTARH, em especial à Dani Junqueira, Tairone Urcino, Maria Elisa, Flora Fujiwara e Raquel Martins.

Às meninas do laboratório de saneamento ambiental, Carla Patrícia, Carla Vizzotto e Sara pela companhia na hora do almoço e pelas conversas mais aleatórias possíveis, que sempre acabavam se encontrando em um assunto em comum...

À professora Yovanka Ginoris, por gentilmente ter emprestado o monitor que foi muito útil para o desenvolvimento das minhas atividades.

À CAPES pela concessão da bolsa de pesquisa.

À Green Delta pelo fornecimento do acesso à base de dados Ecoinvent Educacional, que foi essencial para o desenvolvimento desta pesquisa.

RESUMO

APLICAÇÃO DE AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA NA ESTIMATIVA DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA RELACIONADAS AO CONSUMO DE ALIMENTOS: ESTUDO DE CASO EM BRASÍLIA, DF

Considerando a iminência de ações de combate às mudanças climáticas globais, é evidente a necessidade de estimar a atual contribuição das ações antrópicas para as emissões de gases de efeito estufa (GEE). Neste contexto, o consumo domiciliar de alimentos consiste em uma grande fração dos impactos da sociedade para as mudanças climáticas. Assim, a presente dissertação consiste na aplicação de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) para estimar as emissões de GEE associadas ao consumo de alimentos nos domicílios de Brasília, DF. Foram utilizados microdados da Análise do Consumo Alimentar Pessoal no Brasil, obtidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. A ACV foi conduzida utilizando inventários disponíveis nas bases de dados Ecoinvent 3.6 Cutoff e Agribalyse 3.0.1, adaptados ao Brasil. Os resultados obtidos indicam que o atual consumo alimentar domiciliar em Brasília contribui diariamente com 11.062,39 t CO₂e. Estimou-se que a emissão média *per capita* é de 5,05 kg CO₂e, cerca de 40% maior que as emissões relacionadas à mobilidade em Brasília e mais impactante do que o consumo de alimentos em países considerados desenvolvidos, como a Finlândia e o Japão. O consumo de carnes é o responsável pela maior parcela de emissões (55,27%), seguido pelas bebidas (18,78%) e cereais (7,29%). Quando analisadas em relação às variáveis tipo de residência, faixa etária e sexo dos indivíduos da amostra selecionada, as emissões de GEE mostraram variações entre os grupos, sendo os maiores contribuintes para as mudanças, respectivamente, os indivíduos moradores de casas, os indivíduos entre 45 e 54 anos e os homens. Além disso, a parcela referente ao consumo de alimentos nas emissões de GEE pode ser ainda maior, se considerada a contribuição do gerenciamento dos resíduos sólidos gerados durante o consumo domiciliar. Em Brasília, cada tonelada de resíduo sólido orgânico gerenciada resulta na emissão de 151,82 kg CO₂e. Entretanto, a taxa de produção de resíduos para cada alimento consumido ainda é desconhecida, evidenciando a necessidade de desenvolvimento de novos estudos no setor.

Palavras-chave: avaliação de ciclo de vida (ACV), consumo de alimentos, gases de efeito estufa (GEE).

ABSTRACT

APPLICATION OF LIFE-CYCLE ASSESSMENT TO ESTIMATE GREENHOUSE GASES EMISSIONS OF HOUSEHOLD FOOD CONSUMPTION: A CASE STUDY IN BRASILIA, BRAZIL

Considering the imminence of actions to combat global climate change, estimate the current contribution of anthropic actions to greenhouse gas emissions is needed. In this context, the household food consumption constitutes a large part of society's environmental impacts. Thus, the present study is an application of the Life-Cycle Assessment to estimate the greenhouse gas emissions associated with household food consumption in Brasília, Brazil. Food consumption microdata from the Personal Food Consumption Analysis in Brazil, obtained by the Brazilian Institute of Geography and Statistics, was used. The LCA was conducted using inventories available in the databases of Ecoinvent 3.6 Cutoff and Agribalyse 3.0.1, adapted to Brazil. The results obtained indicate that the current household food consumption in Brasília contributes 11,062.39 t CO₂e daily. It was estimated that the average emission per capita is 5.05 kg CO₂e, about 40% higher than emissions related to mobility in Brasília and more impacting than food consumption in developed countries, such as Finland and Japan. Meat consumption accounts for the largest share of emissions (55.27%), followed by beverages (18.78%) and cereals (7.29%). When analyzed concerning the type of residence, age group, and sex of individuals in the selected sample, greenhouse gas emissions showed variations between groups: the most significant contributors, respectively, individuals living in houses, individuals between 45 and 54 years old, and men. Also, the share referring to food consumption in GHG emissions can be even more significant, considering the contribution of solid waste management. In Brasília, each ton of organic solid waste managed results in the emission of 151.82 kg CO₂e. However, the rate of waste production for each food consumed is still unknown, showing the need for further studies in the sector.

Keywords: Life-Cycle Assessment, food consumption, greenhouse gases emissions

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	4
2.1	OBJETIVO GERAL	4
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1	CONSUMO DE ALIMENTOS	5
3.2	RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	7
3.2.1	<i>Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos</i>	8
3.3	EMISSÕES DE GEE E ACORDO DE PARIS	18
3.4	AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA	24
3.4.1	<i>Estrutura da Avaliação de Ciclo de Vida</i>	25
3.4.2	<i>Aplicações da ACV na estimativa dos impactos do setor de alimentos</i>	34
4	MATERIAIS E MÉTODOS	36
4.1	COLETA DE DADOS DE CONSUMO E SOCIOECONÔMICOS	36
4.2	ESTIMATIVA DA INTENSIDADE DE EMISSÕES DE GEE	38
4.2.1	<i>Definição do escopo</i>	38
4.2.2	<i>Inventário de Ciclo de Vida</i>	39
4.2.3	<i>Avaliação de Impactos do Ciclo de Vida</i>	45
4.2.4	<i>Limitações</i>	46
4.2.5	<i>Gerenciamento de Resíduos Sólidos Domiciliares</i>	47
4.3	ANÁLISE DOS RESULTADOS	58
5	ÁREA DE ESTUDO	59
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	66
6.1	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	66
6.2	CONSUMO DE ALIMENTOS	68
6.3	EMISSÕES DE GEE	78
6.3.1	<i>Produção de Alimentos</i>	78
6.3.2	<i>Gerenciamento de Resíduos Sólidos</i>	97

7 CONCLUSÕES	99
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
ANEXO A – CLASSIFICAÇÃO DOS GRUPOS DE ALIMENTOS E PREPARAÇÕES.....	113
ANEXO B – PROCESSOS ECOINVENT 3.6 CUTOFF, U UTILIZADOS NA ESTIMATIVA DAS EMISSÕES DE GEE POR ITEM.....	118
ANEXO C – RELAÇÃO DE PROCESSOS CUJO INVENTÁRIO FOI IMPORTADO DA BASE DE DADOS AGRIBALYSE 3.0.1 E ADAPTADO PARA ECOINVENT 3.6 CUTOFF, U	130
ANEXO D – LISTA DE MODIFICAÇÕES/ADAPTAÇÕES NOS PROCESSOS ECOINVENT 3.6 CUTOFF	132
ANEXO E – LISTA DE ADAPTAÇÕES DA BASE DE DADOS AGRIBALYSE 3.0.1 PARA PROCESSOS ECOINVENT 3.6 CUTOFF	206
ANEXO F – LISTA DE ITENS SEM INVENTÁRIOS DISPONÍVEIS	277
ANEXO G – RELAÇÃO DA FRAÇÃO CORRESPONDENTE A CADA SUBGRUPO NO TOTAL DE ALIMENTOS CONSUMIDOS PONDERADO PARA A POPULAÇÃO DE BRASÍLIA.....	281
ANEXO H – FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS PARA ANÁLISE DE RESULTADOS	284

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1: Distância média entre a fazenda e o centro de distribuição	40
Tabela 4.2: Fluxos de entradas na produção de cenouras.....	42
Tabela 4.3: Distâncias de transporte e transferência de RSD em Brasília.	51
Tabela 4.4: Fatores de consumo energético e de emissões utilizados na construção do ICV do gerenciamento de RSO.	57
Tabela 5.1: Estimativa populacional, por RA e rendimento <i>per capita</i> (R\$) – 2018.....	61
Tabela 5.2: Distribuição da despesa monetária e não monetária média mensal familiar, com alimentação, por classes de rendimento total e variação patrimonial mensal familiar, segundo os tipos de despesa em Brasília para o período de referência entre 2017 e 2018.	62
Tabela 6.1: Estatísticas descritivas da amostra.....	66
Tabela 6.2: Consumo domiciliar diário de alimentos da população de Brasília.	69
Tabela 6.3: Média diária de consumo domiciliar individual de alimentos por categoria.	69
Tabela 6.4: Resultados da ANOVA do consumo alimentar individual por grupo de alimentos segundo as variáveis sociodemográficas analisadas.	70
Tabela 6.5: Médias de consumo em kg de cada categoria de alimentos, segundo os grupos formados pelas variáveis sociodemográficas analisadas.	71
Tabela 6.6: Média diária de emissões de GEE <i>per capita</i> por categoria de alimentos.....	79
Tabela 6.7: Emissões diárias de GEE do consumo domiciliar de alimentos em Brasília	79
Tabela 6.8: Resultados da ANOVA das emissões de GEE individuais por variável analisada.	80
Tabela 6.9: Médias de emissões de GEE em kg CO ₂ e/indivíduo para cada categoria de alimentos, segundo os grupos formados pelas variáveis sociodemográficas analisadas.	83

Tabela 6.10: Resultados da ANOVA das emissões de GEE individuais por grupo de alimentos segundo as variáveis sociodemográficas analisadas.	85
Tabela 6.11: Matriz de correlação entre o consumo dos grupos de alimentos e as emissões individuais totais de GEE.....	96
Tabela 6.12: Inventário de Ciclo de Vida – Balanço de entradas e saídas no tratamento de 1 tonelada de RSO.	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Esquema simplificado do processo de compostagem.	14
Figura 3.2: Disposição final de RSU no Brasil por tipo de destinação (milhões de t/ano).	17
Figura 3.3: Emissões anuais e cumulativas de dióxido de carbono antropogênico (Gt de CO ₂ equivalente por ano, GtCO ₂ e/ano) da combustão de combustíveis fósseis, produção e utilização de cimento e florestas, e outros usos da terra que servem como reservatórios de carbono (FOLU), 1750–2011.	19
Figura 3.4: Total anual de emissões antropogênicas de gases de efeito estufa (GEE) (GtCO ₂ e/ano) para o período 1970 a 2010, por gases.	20
Figura 3.5: Estrutura da ACV.	26
Figura 3.6: Estágios de CV e delimitação do sistema.	27
Figura 3.7: Procedimento simplificado para realização do ICV.	29
Figura 3.8: Representação esquemática da modelagem de impactos na AICV.	31
Figura 3.9: Categorias de impacto nas estruturas <i>midpoint</i> e <i>endpoint</i> na AICV.	33
Figura 3.10: Relações entre a fase de interpretação e outros elementos da ACV.	34
Figura 4.1: Fluxo metodológico.	36
Figura 4.2: Limites do sistema. Os estágios em cinza não foram incluídos. R = resíduo, T = transporte.	39
Figura 4.3: Limites definidos para o sistema de gerenciamento de RSO.	49
Figura 4.4: Atuais destinos da coleta convencional de RSD em Brasília.	53
Figura 5.1: Regiões Administrativas de Brasília.	59
Figura 5.2: Distribuição da população por faixas de idade e sexo para Brasília, para o ano de referência 2018.	60
Figura 6.1: Distribuição do consumo individual de cereais (A) e leguminosas (B) para as diferentes faixas de renda familiar. SM = salário(s)-mínimo(s).	75

Figura 6.2: Distribuição do consumo individual de cereais (A) e leguminosas (B) para as diferentes faixas de renda <i>per capita</i> . SM = salário(s)-mínimo(s).....	75
Figura 6.3: Distribuição do consumo individual de cereais (A) e carnes (B) em relação às situações dos domicílios.....	76
Figura 6.4: Distribuição do consumo individual de cereais (A) e leguminosas (B) em relação ao tipo dos domicílios.	76
Figura 6.5: Distribuição do consumo individual de bebidas, (A), cereais (B), carnes (C) e leguminosas (D) em relação ao sexo dos respondentes.....	77
Figura 6.6: Emissões de GEE por grupo de renda familiar (A) e renda <i>per capita</i> (B).	83
Figura 6.7: Emissões de GEE individuais para diferentes faixas de renda familiar dos grupos de alimentos Cereais (A), Laticínios (B), Leguminosas (C) e Pizzas, massas e sanduíches (D).	86
Figura 6.8: Emissões de GEE individuais para diferentes faixas de renda <i>per capita</i> dos grupos de alimentos Cereais (A), Laticínios (B), Leguminosas (C), Pizzas, massas e sanduíches (D).	88
Figura 6.9: Emissões de GEE individuais para domicílios rurais e urbanos das categorias de alimentos Bebidas (A), Laticínios (B), Legumes (C), Leguminosas (D) e Ovos (E).....	90
Figura 6.10: Emissões individuais de GEE segundo o tipo de domicílio para as categorias Carnes (A), Cereais (B), Laticínios (C) e Pizzas, massas e sanduíches (D).	91
Figura 6.11: Emissões individuais de GEE por faixa etária para as categorias Bebidas (A), Carnes (B) e Oleaginosas (C).....	94
Figura 6.12: Médias de emissões de GEE por sexo nos grupos Bebidas (A), Carnes (B), Cereais (C), Doces (D), Frutas (E), Leguminosas (F) e Ovos (G).	95
Figura 6.13: Emissões totais anuais de GEE por etapa do gerenciamento de RSO.	98

LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURAS E ABREVIACÕES

ACV	Avaliação de Ciclo de Vida
AICV	Avaliação de Impactos do Ciclo de Vida
ANOVA	<i>Analysis of Variance</i> /Análise de variância
AP	Acordo de Paris
AR5	Quinto Relatório de Avaliação do IPCC
Art.	Artigo(s)
CEASA/DF	Centrais de Abastecimento do Distrito Federal
CH ₄	Gás Metano
CML	<i>Chain Management by Life Cycle Assessment</i>
CO ₂	Dióxido de Carbono
CO _{2e}	Dióxido de Carbono Equivalente
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
COP	<i>Conference of Parties</i>
CV	Ciclo de Vida
DF	Distrito Federal
EDIP	<i>Environmental Design of Industrial Products</i>
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
EUA	Estados Unidos da América
FOLU	<i>Forestry and Other Land Uses</i>
GEE	Gases de Efeito Estufa
GEE	Gases de Efeito Estufa
GIRS	Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
Gt	Gigatonelada
GWP100a	Potencial de aquecimento global em 100 anos

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICV	Inventário(s) de Ciclo de Vida
ICV	Inventário de Ciclo de Vida
IEA	<i>International Energy Agency</i>
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
Kg	Quilogramas
Kg CO ₂ e	Quilogramas de Dióxido de Carbono Equivalente
Kt	Quilotoneladas
LUMRSU	Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos
MRIO	<i>Multi-Regional Input-Output Model</i>
Mt	Megatoneladas
N ₂ O	Óxido Nitroso
N ₂ O	Óxido Nitroso
NO _x	Óxidos de Nitrogênio
NO _x	Óxidos de Nitrogênio
°C	Grau(s) Celsius
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
POF	Pesquisa de Orçamentos Familiares
RS	Resíduos Sólidos
RSD	Resíduos Sólidos Domiciliares
RSO	Resíduos Sólidos Orgânicos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SO ₂	Dióxido de Enxofre
t	Tonelada(s)
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das grandes cidades, fruto, em grande parte, da migração das populações rurais para centros de concentração urbana provocou a intensificação de atividades humanas, cujos impactos, que até o início do século passado eram claramente compartimentalizadas em setores, países ou amplas áreas de interesse, passaram a ter proporções globais. Houve transformação nos hábitos de consumo em termos de quantidades e tipos de produtos, e, se as tendências atuais forem mantidas, os recursos naturais do planeta encontram-se seriamente ameaçados, sendo necessária a quantidade de recursos de dois planetas Terra para suprir a demanda das atividades humanas (AKENJI; CHEN, 2016; BRUNDTLAND, 1987).

Dentre os principais impactos decorrentes de atividades humanas destaca-se a emissão atmosférica dos Gases de Efeito Estufa (GEE), que provocam o aquecimento do planeta. Observa-se que a influência antrópica no clima tem sido a causa do aquecimento global observado desde meados do século XX (ALLEN *et al.*, 2018). As emissões de GEE associadas às atividades urbanas representam entre 60 e 80% do total de emissões, enquanto os hábitos da parcela dos 10% da população mundial que concentra grande parte da renda contribui com metade das emissões atmosféricas de carbono (AKENJI; CHEN, 2016).

Nesse contexto, em relação aos níveis anteriores à Revolução Industrial (entre 1850-1900), a temperatura média da superfície global na década compreendida entre 2006 e 2015 apresentou aumento de 0,87°C. O aquecimento global decorrente de atividades antropogênicas corresponde a cerca de 20% do aumento total observado e estima-se que esteja aumentando em 0,20°C a cada década em função de emissões passadas e contínuas (IPCC, 2014a).

Tendo em vista o controle das emissões de GEE e, por consequência, do aumento da temperatura média da superfície da Terra, foi realizada a 21ª Sessão da Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima, onde foi firmado entre as partes o Acordo de Paris (AP) (UNITED NATIONS, 2015). O AP tem como objetivo fortalecer a resposta global à ameaça das mudanças no clima, no contexto de desenvolvimento sustentável e erradicação da pobreza, incluindo conter o aumento na temperatura média global em 2°C acima do nível pré-industrial, buscando esforços para limitar o aumento de temperatura a 1,5°C.

As Partes signatárias do AP, com o objetivo de alcançar a meta de longo prazo de controle do aumento de temperatura concordaram em atingir o pico global de emissões de GEE o mais cedo possível. Para atingir tal objetivo, deve-se balancear as emissões antropogênicas e as remoções de GEE por sumidouros na segunda metade do século, isto é, zerar o balanço de emissões e retirada de GEE, igualando a quantidade emitida à quantidade removida em sumidouros (UNITED NATIONS, 2015).

Em relação ao controle e à redução das emissões de GEE, o Brasil definiu a sua Contribuição Nacionalmente Determinada através da Política Nacional sobre Mudança do Clima (BRASIL, 2009). Dessa forma, o governo brasileiro se comprometeu voluntariamente em reduzir as emissões de GEE projetadas entre 36,1% e 38,9% até 2020.

No âmbito das mudanças climáticas, particularmente em relação às emissões de GEE, é inegável a participação do consumo domiciliar. Estima-se que o consumo residencial contribui de 13% a 35% do total de emissões diretas de GEE realizadas em relação aos limites dos países. Caso as emissões indiretas sejam contabilizadas, as residências podem contribuir com mais de 60% da poluição atmosférica de um país (WILSON; TYEDMERS; SPINNEY, 2013).

Em relação ao consumo domiciliar, cerca de 75% das emissões de GEE *per capita* são associadas à alimentação, ao transporte ou à habitação. Além disso, no Brasil o consumo residencial contribui anualmente com 2,8 t CO₂e/pessoa, dos quais 1,0 t CO₂e/pessoa podem ser associados ao consumo de alimentos (IGES; AALTO UNIVERSITY; D-MAT LTD., 2019).

Observando o ciclo de vida dos alimentos, sua produção, processamento, comercialização, consumo e descarte têm externalidades ambientais importantes devido ao uso de energia e recursos naturais, como água e solo, e emissões associadas de GEE (DE BOER *et al.*, 2011; FAO, 2020).

Entretanto, na literatura ainda são escassos os estudos que avaliem o consumo de alimentos de uma população como um todo, uma vez que os principais trabalhos disponíveis tratam da avaliação de processos produtivos de alimentos. Outro fator relevante é que as pesquisas realizadas para avaliação dos impactos do consumo de alimentos se restringem a países europeus (MACDIARMID, 2013; SAXE; LARSEN; MOGENSEN, 2013; SONESSON *et al.*, 2005; TUKKER *et al.*, 2011; VIEUX *et al.*, 2012).

Com exceção dos estudos conduzidos no continente europeu, pesquisas avaliando o consumo de alimentos foram realizadas em países como os Estados Unidos (WEBER; MATTHEWS, 2008), Índia (PATHAK *et al.*, 2010), China (CHEN *et al.*, 2010) e Canadá (VEERAMANI; DIAS; KIRKPATRICK, 2017). No entanto, ainda há muito pouco ou nada disponível sobre a América Latina, em especial ao Brasil.

Neste contexto, considerando a importância do setor de alimentos para as emissões de GEE e a escassez de pesquisas relacionadas à estimativa dos impactos do consumo de alimentos de forma geral, e levando em conta que estudos com limites geográficos específicos podem facilitar uma avaliação precisa das implicações ambientais do consumo de alimentos (VEERAMANI, 2015), este trabalho consiste em uma estimativa das emissões de GEE relacionadas ao consumo domiciliar de alimentos em Brasília.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desta pesquisa é estimar as emissões de gases de efeito estufa (GEE) relacionadas ao consumo alimentar domiciliar da população de Brasília-DF, de forma a caracterizar os impactos atuais e subsidiar futuras ações para mitigação em relação às mudanças climáticas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver uma metodologia para estimativa das emissões de GEE de cada item alimentar consumido na área de estudo com base na aplicação de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV).
- Caracterizar o cenário atual de gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares em Brasília, em especial no que se refere aos impactos do gerenciamento dos resíduos sólidos de orgânicos.
- Investigar a influência das variáveis sociodemográficas renda, tipo de domicílio, situação do domicílio, idade e sexo nas emissões de GEE relacionadas ao consumo de alimentos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CONSUMO DE ALIMENTOS

Uma vez que o foco desta dissertação é estimar os impactos relacionados ao consumo de alimentos, em termos de emissões de GEE, primeiro é necessário definir ao que o termo “consumo” se refere ao longo deste trabalho.

Consumo é um termo amplo, abrangente e muito difícil de ser definido. Para Stern (1997), diferentes especialistas definem consumo de maneiras diversas, de acordo com o ponto de vista da ciência em que estão envolvidos. Físicos afirmam que consumo é impossível, a partir da interpretação da Primeira Lei da Termodinâmica, devendo ser tratado como transformação (de matéria ou energia). Economistas definem consumo como o total de recursos investidos em bens de consumo ou serviços, sendo assim uma parte das atividades econômicas. O restante das atividades econômicas consiste em investimentos em capital. Para ecologistas, os seres vivos são divididos entre produtores primários (autótrofos) e consumidores (heterótrofos). Neste contexto, o consumo humano corresponde à maneira com que a humanidade gerencia a produtividade primária e transforma os ecossistemas para suprir as suas necessidades. Por fim, em termos sociológicos o consumo não é precisamente definido, sendo refletido em termos como “consumismo” e “consumo visível” (tradução livre para “*conspicuous consumption*”). Desta forma, consumo consiste na forma com que indivíduos administram seus rendimentos para melhorar seu status social através de compras.

Segundo Douglas e Isherwood (1996), é extremamente desafiador falar sobre consumo em um termo geral, que englobe tanto a atual sociedade industrial, quanto sociedades mais primitivas, onde não havia comércio. Os autores então propõem, antes de definir o termo dois limites para a definição. O primeiro limite, definido como o conceito econômico é que o consumo é não-forçado, ou seja, o consumidor é soberano sobre suas escolhas, livre para escolher o que consumir. O segundo estabelece que o consumo inicia onde o mercado termina. Assim, todas as etapas do ciclo de vida de objetos materiais que acontecem após o ponto de venda até chegar aos compradores finais fazem parte do processo de consumo. Logo, fazendo uso dos destes dois limites, a definição antropológica de consumo o trata como o uso livre, em termos legais, de bens materiais após o comércio.

Neste contexto, dada a vaga e diversa definição do termo consumo, para efeitos deste trabalho a definição adotada tende a uma aproximação entre as abordagens sociológica, econômica e antropológica apresentadas pelos autores supracitados. Portanto, de agora em diante nesta dissertação, entende-se consumo como escolhas individuais de indivíduos, que são livres e soberanos em suas decisões, resumidas em investimentos dos seus rendimentos em bens ou serviços, como forma de suprir suas necessidades individuais. Considera-se também que o consumo abrange as atividades realizadas desde a aquisição do bem ou serviço até a etapa de utilização ou transformação dos produtos.

O consumo é uma parte necessária e rotineira da vida das pessoas, assim como o exercício de escolha em relação a uma variedade de produtos e serviços relativamente imperceptíveis ou comuns, intrínsecos à manutenção da vida cotidiana (BEVIR; TRENTMANN, 2008). Consumir é um aspecto necessário da existência humana, uma prática que tem constituído uma parte proeminente da vida social em todas as sociedades ao longo da história humana (DOUGLAS; C. ISHERWOOD, 1996)..

Das várias atividades e comportamentos humanos, nada impacta o meio ambiente tão seriamente quanto o consumo (DIETZ *et al.*, 2009).

Desde que o consumo é necessário para suprir as necessidades humanas e faz parte das características culturais das sociedades, é evidente que o setor de alimentos tem papel fundamental no assunto. Segundo Nützenadel e Trentmann (2008), os alimentos possuem relevância evidente no curso da globalização, tanto quanto a economia, o transporte e a indústria, que tendem a dominar a literatura sobre o assunto. As sociedades humanas podem viver sem dinheiro ou produtos de algodão, porém não podem ficar sem comida. O alimento é uma necessidade da existência humana.

A produção, processamento, comercialização, consumo e descarte de alimentos têm externalidades ambientais importantes devido ao uso de energia e recursos naturais, como água e solo, e emissões associadas de gases de efeito estufa (GEE) ((DE BOER *et al.*, 2011; FAO, 2020). As estimativas disponíveis na literatura de emissões de GEE relacionadas à demanda urbana de alimentos sugerem que os alimentos contribuem com uma grande parcela das emissões totais baseadas no consumo (HEINONEN; KYRÖ; JUNNILA, 2011; HILLMAN; RAMASWAMI, 2010).

Considerando que o consumo, e em especial o consumo de alimentos, é diretamente ligado à produção, para compreender de forma efetiva o consumo seus respectivos impactos ambientais, é necessário levar a produção em consideração (SMART, 2010). Assim, de um modo geral, os impactos ambientais relacionados aos alimentos são estudados principalmente durante a fase de produção e processamento. Por outro lado, os efeitos ambientais do setor também são consideráveis em relação à geração de subprodutos alimentares e à gestão de resíduos sólidos (FAO, 2020).

3.2 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A ABNT (2004) define resíduos sólidos (RS) como resíduos nos estados sólido e semissólido resultantes de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição, incluindo os lodos gerados em sistemas de tratamento de água e em equipamentos de controle de poluição, além de líquidos que possuem características que impossibilitem seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos hídricos, ou que exijam para o lançamento tratamentos técnica e economicamente inviáveis. A definição de RS é ampliada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), abrangendo também gases contidos em recipientes (BRASIL, 2010).

Classificam-se como resíduos sólidos urbanos (RSU) os resíduos de origem domiciliar, originados em atividades domésticas em residências urbanas, além dos resíduos de limpeza urbana, provenientes dos serviços de varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e demais serviços de limpeza urbana (BRASIL, 2010).

A problemática dos RS teve início no momento em que as civilizações começaram a se estabelecer em determinados locais, a partir do abandono da vida nômade pelos seres humanos. (JUNIOR, 1979). O processo de formação de aglomerados urbanos, em decorrência do êxodo rural provocado pela industrialização trazida pela Revolução Industrial aumentou a geração de RSU em todo o planeta, tornando o manejo de RS um grave problema urbano e ambiental (GARCIA *et al.*, 2016).

Em se tratando da questão dos RSU, os conceitos de gestão integrada e gerenciamento são fundamentais. Embora estas definições possuam significados próximos, têm conteúdo e alcance distintos (BARROS, 2012).

Segundo Araújo e Juras (2011), o gerenciamento apresenta a lógica processual ou operacional, enquanto a gestão integrada compreende o planejamento e a coordenação de todas as etapas correspondentes ao gerenciamento, incluindo também a interação entre as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social envolvidas.

O conceito de gestão integrada trabalha na gênese do processo e o envolve como um todo, contemplando aspectos institucionais, administrativos, financeiros, ambientais, sociais e técnico-operacionais. É mais significativo que o gerenciamento técnico e operacional dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos (LUMRSU) e não se trata de um projeto, simplesmente, mas de um processo e, por isso, deve ser compreendido e conduzido de forma integrada. Dessa forma, a gestão integrada dos RSU deve definir estratégias, ações e procedimentos, objetivando o consumo responsável, a redução de geração de RS e o estabelecimento de princípios que orientem o trabalho de gerir de maneira adequada e sustentável, com a participação de diversos setores da sociedade, de forma articulada (IBAM, 2007).

Vale ressaltar que a PNRS define a gestão integrada de resíduos sólidos (GIRS) como o “conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 2010). Observa-se que esta definição também faz menção à premissa de desenvolvimento sustentável, estabelecida por Brundtland (1987), que trata-se do desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das próximas gerações atenderem às suas próprias necessidades.

A partir das definições e da contextualização da GIRS aqui apresentada, também é possível concluir que o gerenciamento de RS está incluído em seus procedimentos, em especial nos aspectos técnico-operacionais.

3.2.1 Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos

O conjunto de ações definido como gerenciamento contempla, de forma direta ou indireta, as etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos RSU, além da disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, em conformidade com os planos de gestão e/ou gerenciamento de RSU vigentes (BRASIL, 2010).

3.2.1.1 Coleta e Transporte de Resíduos Sólidos Urbanos

A ABNT, por meio da norma NBR 12.980, define coleta de RS como o ato de recolher e transportar resíduos sólidos de qualquer natureza, com a utilização de veículos e equipamentos adequados para tal fim. Também se entende por coleta a atividade de reunir os RS acondicionados de maneira adequada e conveniente, para o posterior transporte destes (ABNT, 1993; BARROS, 2012).

Segundo Barros (2012), a coleta de RS é realizada, em geral, de acordo com os seguintes sistemas:

- i. **Sistema regular** (convencional) **de coleta:** realizada nas residências em intervalos regulares e determinados, visando à remoção dos resíduos sólidos domiciliares (RSD), resíduos comerciais e industriais de pequeno porte, a depender da legislação municipal vigente. A coleta convencional pode ser realizada porta-a-porta, recolhendo os RS acondicionados em frente a cada edificação ou ponto-a-ponto, quem que os RS são acondicionados em pontos estratégicos a uma distância pré-determinada das edificações, fazendo com que os geradores se desloquem para o acondicionamento dos RS.
- ii. **Coleta especial:** realizada após solicitação das partes interessadas ou mediante escala. Os RS coletados neste sistema são provenientes de varrição de vias e logradouros públicos, de serviços de saúde, limpeza de cemitérios, animais mortos, resíduos de feiras livres e festas especiais, pequenas quantidades de entulho, etc.
- iii. **Coleta realizada pelo próprio gerador:** realizada pelos produtores de grandes volumes de RS. Estes grandes geradores de RS são responsáveis por todas as etapas do gerenciamento dos seus RS.
- iv. **Coleta seletiva:** definida como a coleta de materiais previamente segregados na fonte geradora, visando à recuperação, tratamento e/ ou a reciclagem dos RS gerados. Assim como a coleta convencional, a coleta seletiva também pode ser realizada porta-a-porta ou ponto-a-ponto, sendo que, neste último modelo, a população deve se deslocar até um local de entrega voluntária (LEV) – ou ponto de entrega voluntária (PEV) – onde há contentores para acondicionamento dos RS para posterior coleta.

A coleta de RS, se realizada de acordo com o planejamento operacional dos serviços de LUMRSU e objetivando os princípios da sustentabilidade, deve ser executada em função das características e da quantidade de RS gerados. O sistema de coleta de RS é caracterizado por sua complexidade, uma vez que seu planejamento deve considerar diversas características urbanas, como topografia, malha viária, legislação de trânsito, condições das vias, o zoneamento, os locais de destinação final e as características dos RS (BARROS, 2012).

É notória a importância dada aos serviços de coleta pelos municípios brasileiros. Segundo a ABRELPE (2020), foram coletadas 72,8 milhões de toneladas de RS em todo o Brasil no ano de 2019, resultando num índice médio de abrangência de coleta de 92% para o país. As regiões Norte e Nordeste do Brasil apresentaram índice de cobertura de coleta abaixo da média nacional, com 81% para ambas as regiões. As regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste apresentaram os maiores índices, registrando 94%, 95% e 98%, respectivamente.

Observou-se em 2019 um aumento do número de municípios com iniciativas de coleta seletiva de RSU no Brasil em relação ao fim da década anterior. Em 2010, eram 3.152 municípios em que as atividades de coleta seletiva eram realizadas e 2.413 sem essas iniciativas. Já em 2019, o número de municípios que aderiram a esse tipo de coleta subiu para 4.070, diminuindo a quantidade de municípios que não realizam coleta seletiva para 1.500 e resultando num índice de adesão 73,1% no país (ABRELPE, 2020).

Complementando a etapa de coleta dos RSU, realiza-se o transporte destes resíduos, essencialmente entre o local de término da coleta realizada até as estações de transbordo, unidades de tratamento e/ ou destinação final. Também é possível considerar como transporte de RS o deslocamento dos veículos de coleta da sua garagem até o ponto de início da coleta e entre os pontos de disposição final e/ou tratamento e a garagem (BARROS, 2012).

A escolha do tipo de veículo a ser utilizado para o transporte de RSU é baseada em critérios técnico-econômicos e sanitários, observando as necessidades de mão-de-obra e de manutenção dos veículos. Em geral, para esta etapa do gerenciamento são utilizados caminhões movidos à diesel, que são responsáveis por severas emissões de gases de efeito estufa (GEE) pelos seus escapamentos, proporcionais à rota de cada caminhão (APAYDIN; GONULLU, 2008; BARROS, 2012).

3.2.1.2 Transbordo

Em municípios de médio e grande porte onde há uma alta taxa de expansão urbana, aumentam as exigências ambientais e a resistência da população em aceitar a instalação de unidades de disposição final nas proximidades das residências. Esse comportamento é definido como *NIMBY*, do inglês “*not in my back yard*” (“não no meu quintal”, em tradução livre) (IBAM, 2001; THORNTON; TIZARD, 2010).

Além do efeito *NIMBY*, outro fator importante no gerenciamento de RS em cidades de médio e grande porte em constante expansão urbana é a valorização dos terrenos, de modo que a localização de aterros sanitários se torna uma tarefa complexa, uma vez que os aterros necessitam de áreas extensas. Dessa forma, os locais de destinação final dos RSU têm sido instalados cada vez mais distantes dos centros de massa de geração (IBAM, 2001).

Segundo CEMPRE (2010), o grande deslocamento a ser realizado até o local de destinação final dos RSU recomendam a utilização de estações de transbordo ou transferência, limitando o percurso dos veículos coletores, promovendo redução de custos unitários de transporte. Estas estações são pontos intermediários, onde os RS coletados são transferidos dos caminhões coletores, de médio porte, para veículos de maior porte, que serão responsáveis pelo transporte até o local de destinação estabelecido pelo sistema de gerenciamento.

Com a utilização de estações de transbordo, os veículos convencionais de coleta são responsáveis somente pela coleta dos RSU, sendo que o transporte ao local de destinação final cabe à veículos de maior porte, como carretas, vagões de transporte ferroviário e barcas (BARROS, 2012).

Em geral, as estações de transferência de RS são instaladas quando a distância do centro de massa da região de coleta – que pode ser um município, ou, como no Distrito Federal (DF), uma região administrativa (RA) – ao local de destinação final é superior a 25 km. Entretanto, em grandes cidades, estudos mostram que, para otimização dos serviços de coleta e transporte de RSU, essa distância deve ser de até 10 km (BILLA; PRADHAN, 2013; KOMILIS, 2008).

3.2.1.3 Reciclagem

Dentre as etapas do gerenciamento de RSU, a reciclagem é, de um modo geral, a que desperta maior interesse da população, em função do seu forte apelo ambiental, fruto de ações de

educação ambiental, dentre as quais se destaca o conceito dos “3R”: reduzir, reutilizar e reciclar. O primeiro “R” consiste na redução de consumo e conseqüente redução da geração de RS. O termo reutilizar faz menção à reutilização de um material, em especial de embalagens, para outros fins, sem que haja transformação de suas propriedades físicas, químicas ou biológicas. Já o terceiro “R”, reciclar, envolve a reinserção de um material no ciclo produtivo, através de seu processamento e transformação em matéria-prima (BARROS, 2012; BRASIL, 2010; IBAM, 2001).

A PNRS define como reciclagem o processo de transformação dos RS envolvendo a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, visando à transformação em insumos para o ciclo produtivo ou em novos produtos (BRASIL, 2010). O IBAM (2001) entende que o processo de reciclagem tem abrangência maior que apenas a transformação dos materiais e reinserção no ciclo produtivo, contemplando também a separação de materiais presentes nos resíduos sólidos domiciliares (RSD).

Para execução de qualquer atividade de reciclagem de RS, é imprescindível que haja segregação prévia das diferentes frações que compõem esses resíduos. A separação pode ser realizada na própria fonte geradora ou em unidades de triagem. Quando a reciclagem é processada a partir da segregação na fonte, é seguida pela coleta seletiva dos materiais, enquanto quando são utilizadas usinas ou centrais de triagem, não há segregação na fonte e o material reciclável encontra-se misturado dentro dos RSD. Nesse caso, mesmo com os processos mais eficientes e tecnológicos de separação, em geral se obtém uma eficiência de triagem na faixa de 3 a 6% em peso, pois o material reciclável é contaminado pelos demais materiais presentes na coleta convencional (BARROS, 2012; CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM, [s.d.]).

3.2.1.4 Tratamento

Definem-se como técnicas de tratamento de RSU como um conjunto de procedimentos que objetivam a redução da quantidade ou o potencial poluidor dos RS, transformando-os em materiais inertes e biologicamente estáveis (IBAM, 2001).

Ademais, a destinação de RSU também destaca técnicas de valorização, que consistem no reaproveitamento, reciclagem ou outra ação que vise à obtenção de materiais reutilizáveis ou energia a partir dos RS, concedendo, de certa forma, valor de mercado aos resíduos. A

valorização dos RSU pode ser dividida em termos de matéria e de energia, sendo o primeiro caso correspondente à reintegração dos RS nos circuitos econômicos e o segundo corresponde ao aproveitamento do poder calorífico dos RS a partir da sua queima (BARROS, 2012).

Segundo Barros (2012), quando se busca destinar os RS de maneira mais adequada que a disposição final direta em aterros sanitários, há duas grandes alternativas. A primeira é a segregação dos resíduos gerados, podendo ser realizada na própria origem ou em unidades de beneficiamento, visando à reciclagem e também à compostagem, que consiste, na essência, na reciclagem da fração orgânica dos RS. A segunda possibilidade é a incineração dos RS, objetivando à redução de volume, inertização e recuperação energética.

Ademais, os métodos atuais de aterramento, considerados rudimentares por Menikpura *et al.* (2012), implicam em efeitos negativos em termos de degradação ambiental, além das perdas econômicas e danos sociais.

3.2.1.4.1 Compostagem

É dito processo de compostagem a decomposição aeróbia da matéria orgânica contida em restos de origem animal ou vegetal por meio da ação de agentes microbiológicos. Tal processo tem como produto o composto orgânico, que pode ser aplicado ao solo com o objetivo de melhoramento do solo em termos agrícolas, sem ocasionar riscos ao meio ambiente (CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM, [s.d.]).

A compostagem pode ser definida como uma biooxidação aeróbia exotérmica de um substrato orgânico heterogêneo, no estado sólido, caracterizado pela produção de CO₂, água liberação de substâncias minerais e formação de matéria orgânica estável. Em termos práticos, a partir de resíduos orgânicos, o processo de compostagem realiza sucessivas etapas de transformação desse material, sob a ação de diversos grupos de micro-organismos, num processo bioquímico altamente complexo que tem como produto final o composto orgânico, um insumo agrícola livre de patógenos e rico em húmus e nutrientes minerais.

O processo de compostagem pode ser simplificado pelo esquema apresentado pela Figura 3.1.

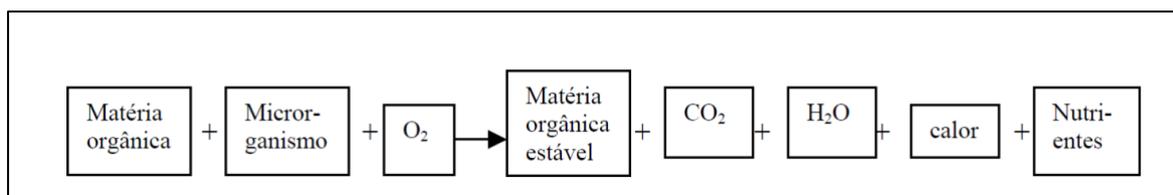


Figura 3.1: Esquema simplificado do processo de compostagem.

Fonte: Fernandes e Silva (2009)

Por ser um processo biológico, diversos fatores influenciam a degradação da matéria orgânica, principalmente a aeração, a umidade, os nutrientes e a temperatura. A aeração é fundamental para o metabolismo microbiano responsável pela degradação da matéria orgânica. Os componentes, em especial o carbono e o nitrogênio são de suma importância, uma vez que a oxidação da matéria orgânica carbonácea fornece energia para os processos metabólicos dos organismos e o nitrogênio é necessário para a síntese celular. A temperatura é importante no que diz respeito à celeridade da biodegradação, porém, é resultado da atividade biológica (FERNANDES; SILVA, 1999; IBAM, 2001).

A utilização de compostagem como tratamento e estabilização da fração orgânica é vantajosa, principalmente por representar uma prática de reciclagem, possibilitando a recuperação e reutilização de matéria-prima, diminuindo a quantidade de RS aterrados e o volume de lixiviado e a subsequente emissão de CH₄ nos aterros sanitários. É válido salientar que a compostagem dos resíduos sólidos orgânicos (RSO) pode propiciar redução de até 50% no volume de RSU aterrados, visto que essa fração corresponde a aproximadamente metade do volume dos RS municipais (BARROS, 2012).

Por outro lado, a compostagem também apresenta pontos negativos, dentre eles a exigência de eficácia no controle operacional, para não haver problemas na manutenção do composto e a sensibilidade do mercado consumidor de composto, que pode apresentar flutuações (FERNANDES; SILVA, 1999).

3.2.1.4.2 Usinas de Tratamento Mecânico-Biológico

Usinas de Tratamento Mecânico-Biológico são plantas que combinam a separação mecânica de diferentes frações de RSU e a estabilização dos resíduos sólidos orgânicos (RSO) por digestão anaeróbia ou compostagem (FEI *et al.*, 2018).

Segundo Bilitewski, Oros e Christensen (2010), existem dois principais tipos de tratamento mecânico-biológico (TMB): i) o pré-tratamento mecânico-biológico (PTMB), onde os RSO

são separados e biologicamente estabilizados, prioritariamente para o aterramento e os materiais recicláveis, assim como o CDR são recuperados da fração grossa retida nas peneiras da UTMB; e ii) a estabilização mecânico-biológica (EMB), ou biossecagem, onde há a compostagem dos RSU para secagem, visando a uma extração de uma fração maior de CDR. Em suma, o PTMB objetiva estabilizar a fração orgânica para minimização da produção de gases e lixiviados nos aterros sanitários enquanto a EMB maximiza a produção de CDR e a recuperação de materiais.

As emissões de GEE das atividades de gerenciamento de RSU e sua contribuição para o aquecimento global e para as mudanças climáticas têm sido reconhecidas como sérios problemas ambientais. Nesse sentido, a utilização do TMB é recomendada por muitos especialistas como a maneira mais apropriada de reduzir as emissões de GEE do setor (MENIKPURA *et al.*, 2009).

Em países que recentemente passaram por processo de desenvolvimento, como é o caso do Brasil, devido às diferenças nos níveis de consumo e no estilo de vida da população, as características dos RSU são diferentes dos países desenvolvidos. Dessarte, a demanda por UTMB é destinada ao tratamento dos RSO e utilização dos subprodutos, como o CDR, uma vez que a composição dos RSU é majoritariamente orgânica (FEI *et al.*, 2018; IBAM, 2001).

3.2.1.5 Disposição Final

A Lei 12.305/2010 define a disposição final ambientalmente adequada é como “a distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos”. Os materiais ditos rejeitos são “os RS que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada” (BRASIL, 2010).

Os serviços de LUMRSU são de competência do poder público, sendo responsabilidade das prefeituras municipais. As atividades relacionadas à limpeza pública são mais abrangentes que apenas a coleta e remoção dos RS das edificações e logradouros e são realizadas em várias etapas, que incluem a destinação final adequada destes RS coletados (BARROS, 2012; IBAM, 2001).

Entretanto, o que se percebe no Brasil é uma situação de magnitude alarmante, caracterizada por uma ação generalizada dos órgãos locais de administração pública em apenas distanciar os RS coletados das áreas urbanas, muitas vezes justificada pelas restrições no orçamento disponível para o gerenciamento de RSU. Como o serviço de coleta é uma operação mais visível para a população, enquanto a destinação ambientalmente adequada não provoca preocupação direta de grande parte da população, há priorização da alocação de recursos para a realização da coleta, relegando a disposição final para segundo plano (IBAM,2000; IBAM, 2001).

Com isso, é frequente constatar a existência de lixões e aterros controlados. Os lixões se tratam de locais onde os RS coletados são dispostos diretamente sobre o solo, sem controles e cuidados ambientais, causando poluição do solo, do ar e águas superficiais e subterrâneas (IBAM, 2001). Um aterro controlado, por sua vez, segundo a ABNT (1985), consiste em um método de disposição de RSU no solo que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos, cobrindo-os com camadas de solo ou outro material inerte ao fim de cada jornada de trabalho.

Os aterros controlados, mesmo sendo considerados pela norma NBR 8.849/85 como uma técnica de disposição final que não causa riscos à saúde pública e à sua segurança e que minimiza impactos ambientais, ainda produzem poluição e causam impactos, visto que, em geral não há impermeabilização da base, nem sistemas de coleta de lixiviado ou dos gases gerados (ABNT, 1985; BARROS, 2012).

Assim, a técnica de disposição final mais adequada, em relação aos princípios e objetivos da PNRS é a utilização de aterros sanitários. Estes são definidos pela norma NBR 8.419/92 como uma técnica de disposição de RSU no solo, sem danos à saúde pública e à sua segurança, com minimização dos impactos ambientais, a partir da utilização de princípios de engenharia para confinar os RS à menor área possível e compactá-los ao menor volume possível, cobrindo-os com camadas de solo a cada jornada de trabalho, ou, caso necessário, a intervalos menores (ABNT, 1992).

A Figura 3.2 apresenta os dados de disposição final do país, segundo o Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil, publicado em 2020 pela ABRELPE. Os dados apontam os índices de disposição final ambientalmente adequada apresentaram aparente aumento em relação ao ano de 2010, passando de cerca de 57% (33,4 milhões de toneladas/dia) para 59,5% (43,3 milhões de toneladas/dia). Porém, há de se ressaltar que a geração *per capita* de RS aumentou cerca de

9% no mesmo período, passando de 348,3 kg/hab/ano em 2010 para 379,2 kg/hab/ano em 2019 (ABRELPE, 2020).

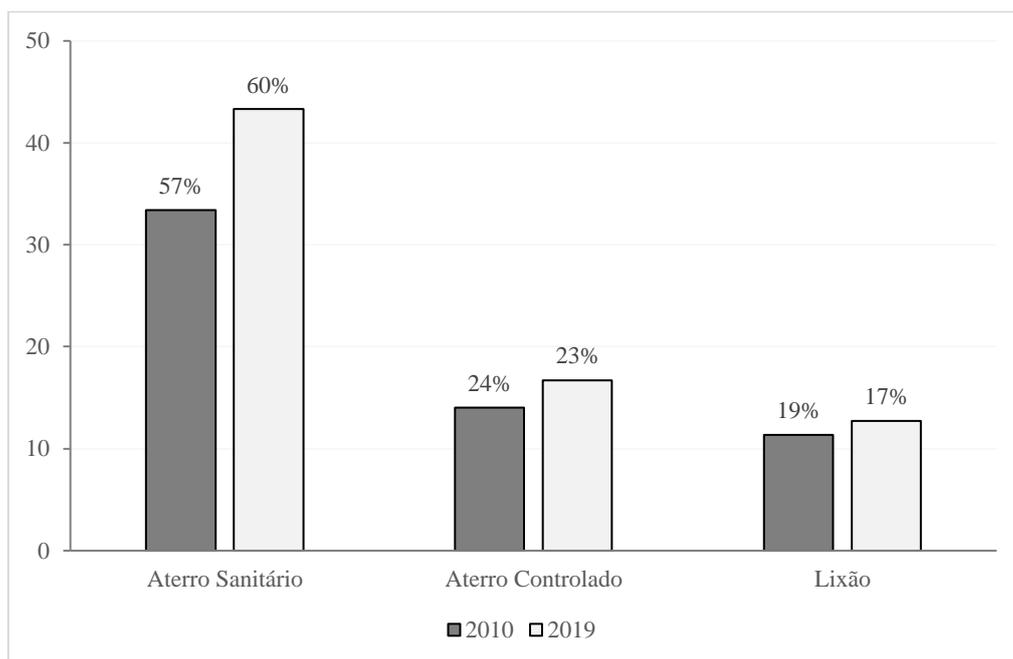


Figura 3.2: Disposição final de RSU no Brasil por tipo de destinação (milhões de t/ano).
Fonte: Adaptado de ABRELPE (2020).

Em Brasília, área de estudo deste trabalho, a disposição final de RSU foi, por muitos anos realizada no Aterro Controlado do Jóquei (ACJ). Entretanto, em 2017, com a inauguração do Aterro Sanitário de Brasília (ASB), a disposição final passou a ser realizada de maneira ambientalmente adequada (SLU, 2018a). O atual gerenciamento dos RSU do DF é apresentado na seção 3.4. deste trabalho.

Segundo Barros (2012), é de incumbência do poder público o incentivo, o desenvolvimento e a difusão de ações em busca de alternativas para redução, reciclagem e reaproveitamento de RS junto às fontes geradoras, discutindo as possibilidades, promovendo a minimização de volumes e garantindo que haja tratamento antes da disposição final, de modo que sejam aterrados apenas os rejeitos.

É válido observar que a disposição final dos rejeitos é necessária, mesmo havendo o tratamento dos RSU, evidenciando que essas etapas não são excludentes, mas complementares, uma vez que devem ser encaminhados para a disposição final os rejeitos dos processos de tratamento, recuperação e valorização, depois de esgotadas essas alternativas.

3.3 EMISSÕES DE GEE E ACORDO DE PARIS

O processo de concentração populacional em centros urbanos ocorrido como resultado da industrialização após a Revolução Industrial culminou no aumento da intensidade dos impactos associados às atividades antrópicas. Em função da industrialização da manufatura, os hábitos de consumo dos indivíduos foram transformados, tanto em quantidade, quanto em tipos de produtos e os impactos desse processo se mostram como uma grande ameaça aos recursos naturais e à vida humana no planeta.

A urbanização e o desenvolvimento econômico intensivo são fatores determinantes para as emissões de GEE. Atividades como transporte urbano, disposição de resíduos sólidos, uso doméstico de combustível, atividades industriais e geração de energia para atender à demanda das cidades geram uma quantidade considerável de GEE juntamente com outros poluentes atmosféricos. Mesmo nas áreas rurais dos países em desenvolvimento, o uso de combustíveis tradicionais, como madeira, resíduos de animais e resíduos de culturas, têm impactos ambientais locais devido a emissões significativas de poluentes como Dióxido de Enxofre (SO₂), Óxidos de Nitrogênio (NO_x), além de emissões de Dióxido de Carbono (CO₂), Gás Metano (CH₄) e Óxido Nitroso (N₂O) (BHOYAR *et al.*, 2014).

O Quinto Relatório de Avaliação (AR5) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2014b) aponta que cerca de metade das emissões antropogênicas de CO₂ entre 1750 e 2011 ocorreram nos últimos 40 anos. A Figura 3.3 aponta que desde o início do período analisado, as emissões acumuladas de dióxido de carbono associadas à utilização de combustíveis fósseis triplicaram, enquanto a captura acumulada de CO₂ promovida por silvicultura, reflorestamento e outros usos da terra (FOLU, do inglês *Forestry and Other Land Uses*) aumentou cerca de 40%. O AR5 também afirma que cerca de 40% (880 ± 35 GtCO₂) do total de GEE ainda permanece na atmosfera desde 1750. O restante foi removido da atmosfera através da vegetação e dos oceanos e armazenado em reservatórios do ciclo natural do carbono.

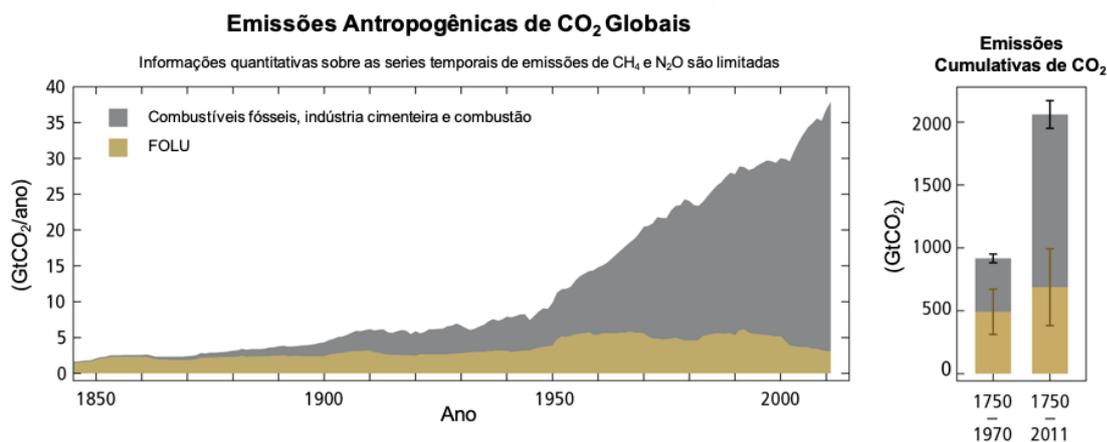


Figura 3.3: Emissões anuais e cumulativas de dióxido de carbono antropogênico (Gt de CO₂ equivalente por ano, GtCO₂e/ano) da combustão de combustíveis fósseis, produção e utilização de cimento e florestas, e outros usos da terra que servem como reservatórios de carbono (FOLU), 1750–2011.

Fonte: modificado de IPCC, 2014a.

Ainda sobre a tendência de aumento nas emissões antropogênicas de GEE, o total anual continuou a aumentar entre 1970 e 2010, com aumentos absolutos maiores entre 2000 e 2010. A Figura 3.4 mostra que apesar do aumento das políticas de mitigação de mudanças climáticas, as emissões anuais de GEE aumentaram em média 1,0 GtCO₂e (2,2%) por ano, de 2000 a 2010, em comparação com o aumento de 0,4 GtCO₂e (1,3%) por ano, de 1970 até 2000. As emissões antropogênicas totais de GEE de 2000 a 2010 foram as mais altas da história da humanidade e atingiram 49 (± 4,5) GtCO₂e / ano em 2010 (IPCC, 2014b).

Segundo o AR5 (IPCC, 2014b), as emissões de CO₂ causadas pela utilização de combustíveis fósseis e por processos industriais contribuíram com cerca de 78% para o aumento total das emissões de GEE entre 1970 e 2010, com uma contribuição percentual semelhante no período 2000–2010. O total anual de emissões antropogênicas de GEE aumentou cerca de 10 GtCO₂e entre 2000 e 2010. Esse aumento veio diretamente dos setores de energia (47%), indústria (30%), transporte (11%) e construção (3%). Desde 2000, as emissões de GEE vêm crescendo em todos os setores, exceto na agricultura, silvicultura e outros usos da terra.

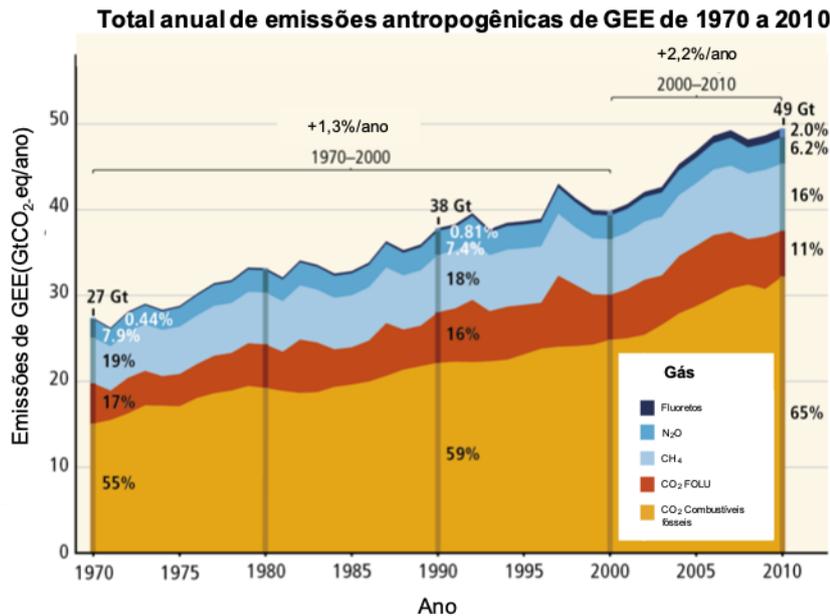


Figura 3.4: Total anual de emissões antropogênicas de gases de efeito estufa (GEE) (GtCO₂e/ano) para o período 1970 a 2010, por gases.
Fonte: modificado de IPCC, 2014a.

Em se tratando de emissões de GEE, é inegável que as áreas urbanas se encontram entre as principais fontes, com contribuição significativa das grandes cidades. Segundo o Banco Mundial (WORLD BANK, 2010), as 50 maiores cidades do planeta geram anualmente 2.606 MtCO₂eq. Caso esse montante fosse associado a um país, constituiria no terceiro da lista dos principais poluidores atmosféricos.

As emissões de GEE associadas às atividades urbanas representam entre 60 e 80% do total de emissões, enquanto os hábitos da parcela dos 10% da população mundial que concentra grande parte da renda contribui com metade das emissões atmosféricas de carbono (AKENJI; CHEN, 2016). Em relação ao consumo e produção de energia, as emissões de GEE nas cidades corresponderam a cerca de 71% das emissões globais no ano de 2008 e espera-se que essa contribuição cresça a 76% em 2030, segundo a Agência Internacional de Energia (*International Energy Agency* – IEA, 2008). A estimativa da IEA foi conduzida em uma perspectiva baseada na produção (*production-based perspective*), o que significa que as emissões foram associadas ao local físico em que foram ocorreram. Caso a perspectiva dessa avaliação fosse orientada ao consumo (*consumption-oriented perspective* – onde as emissões são alocadas aos indivíduos cujo consumo foi o responsável), as taxas de emissões de GEE seriam muito superiores, pois as emissões associadas aos produtos consumidos em áreas urbanas, por exemplo, agricultura, silvicultura e commodities seriam incluídas (HOORNWEG; SUGAR; GÓMEZ, 2011).

Quanto ao papel das residências no montante de emissões, o consumo residencial contribui de 13% a 35% do total de emissões diretas de GEE realizadas em relação aos limites dos países. Caso as emissões indiretas sejam contabilizadas, as residências contribuem com mais de 60% da poluição atmosférica de um país (WILSON; TYEDMERS; SPINNEY, 2013).

As emissões relacionadas ao consumo residencial são distribuídas de maneira desigual ao redor do planeta, com os países mais ricos gerando os impactos *per capita* mais significativos. Mobilidade, moradia e alimentação são as categorias de consumo mais importantes quanto aos impactos referentes ao consumo nas cidades. Globalmente, os alimentos representam entre 48% e 70% dos impactos das famílias nos recursos terrestres e hídricos, respectivamente, com o consumo de carne, laticínios e alimentos processados maiores para indivíduos com maior renda. Moradia e mobilidade destacam-se com alta intensidade de carbono, enquanto a importância dos serviços para as emissões se relaciona com o alto de gasto familiar associado (IVANOVA *et al.*, 2016). Dessa forma, no que se refere às atividades realizadas nas cidades, fica evidente a relação íntima entre consumo e emissões de GEE.

Nesse contexto, evidências sugerem cada vez mais que as emissões antropogênicas de GEE na atmosfera podem causar mudanças sérias e potencialmente irreversíveis no clima global nas próximas décadas (IPCC, 2007). Em relação aos níveis anteriores à Revolução Industrial (entre 1850-1900), a temperatura média da superfície global na década compreendida entre 2006 e 2015 apresentou aumento de 0,87°C. Estudos apontam que a influência das atividades humanas tem sido a principal causa do aquecimento médio da superfície do planeta desde meados do século XX (ALLEN *et al.*, 2018), uma vez que o aquecimento global decorrente de atividades antropogênicas corresponde a cerca 20% do aumento total observado e estima-se que esteja aumentando em 0,2°C a cada década em função de emissões passadas e contínuas (IPCC, 2014a).

Tendo em vista o controle do aumento da temperatura média da superfície da Terra, foi realizada a 21ª Sessão da Conferência das Partes (*Conference of Parties – COP*) da Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima (*United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC*). Durante a COP21 foi firmado entre as Partes da Conferência o Acordo de Paris (AP) (United Nations, 2015). O AP tem como objetivo fortalecer a resposta global à ameaça das mudanças no clima, no contexto de desenvolvimento sustentável e erradicação da pobreza.

Os principais aspectos firmados pelo AP são a definição dos objetivos de temperatura a longo prazo (art. 2) e das definições sobre o pico global de emissões e a neutralidade climática (art. 4), as propostas sobre mitigação das emissões de GEE (art. 4), o incentivo aos sumidouros e reservatórios de GEE (art. 5) e à cooperação voluntária entre as Partes (art. 6), além do estabelecimento dos objetivos relativos à capacidade de adaptação às mudanças climáticas (art. 7) e à minimização das perdas e danos (art. 8), incluindo obrigações acerca de financiamento (art. 9, 10 e 11), educação (art. 13), transparência (art. 13), implementação e conformidade (art. 15).

Acerca do objetivo de temperatura a longo prazo, ao tentar fortalecer a resposta global às mudanças climáticas, o AP reafirma o objetivo de limitar o aumento da temperatura global a um nível bem abaixo de 2°C, enquanto se esforça para limitar o aumento a 1,5°C. Para alcançar esse objetivo de temperatura, as Partes pretendem atingir o pico global de emissões de GEE o mais rápido possível, reconhecendo que o pico levará mais tempo para os países em desenvolvimento, a fim de alcançar um equilíbrio entre emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de GEE na segunda metade do século (UNITED NATIONS, 2015).

Ademais, o AP estabelece compromissos vinculativos de todas as Partes para preparar, comunicar e manter uma contribuição nacionalmente determinada e buscar medidas domésticas para alcançá-las. Também incentiva as Partes a conservar e aprimorar, conforme apropriado, os sumidouros e reservatórios de GEE, especialmente as florestas. Por fim, a participação pública para o cumprimento das metas e objetivos delineados pelo AP deve ser encorajada pelas Partes signatárias, em conjunto com a educação e conscientização da população.

Limitar o aquecimento global a 1,5°C, como definido pelo AP, exige substanciais transformações sociais e tecnológicas, dependentes, por sua vez, dos caminhos de desenvolvimento sustentável global e regional a serem tomados, sendo necessárias medidas urgentes de redução drástica nas emissões de GEE (ALLEN *et al.*, 2018). Segundo Meinshausen *et al.* (2009) e Creutzig *et al.* (2016), para conter o aquecimento em 2°C, limite superior do objetivo estabelecido pelo AP, as emissões de GEE deveriam ser mantidas em até 1.000 GtCO_{2e} até o fim do século. Entretanto, a série histórica de emissões (Figura 3.4) mostra a tendência que as atuais taxas anuais de emissões excedam 50 GtCO_{2eq}, o que implica que o “saldo” de carbono restante para o século XXI será consumido em aproximadamente 20 anos.

Assim, têm-se buscado recentemente identificar as medidas para mitigação das emissões antropogênicas de GEE atingir as metas definidas pelo AP.

O AR5, do IPCC (2014a) enfatiza opções tecnológicas para mitigação das emissões e conclui que (i) a ação imediata resultaria em mitigação a custos baixos, enquanto qualquer atraso aumentaria os custos de atingir a meta; (ii) os esforços de mitigação envolvem uma transição de combustíveis fósseis para energias renováveis e/ou energia nuclear combinada com o progresso na eficiência energética; e (iii) as chamadas emissões negativas obtidas através da captação e armazenamento de bioenergia ou florestamento aumentariam a flexibilidade, reduziriam os custos para alcançar a meta e provavelmente seriam um componente necessário de qualquer trajetória capaz de limitar o aquecimento se a ação de mitigação for mais atrasada.

Michaelis e Davidson (1996) encontraram em seu estudo que a emissão de GEE no transporte pode ser reduzida em até 80% por unidade de energia utilizada, caso combustíveis fósseis sejam substituídos por combustíveis de fontes alternativas. Kumar e Madlener (2018) verificaram que a integração entre o aumento na eficiência energética e a utilização de fontes de energia renováveis seria suficiente para atingir balanço zero de emissões de carbono até 2040 na Alemanha e limitar o aumento da temperatura em 1,5°C.

Além do setor energético, estudos recentes também mostram os potenciais impactos da aplicação de tecnologias mais sustentáveis no setor de saneamento em termos da mitigação de emissões de GEE. Menikpura *et al.* (2012) constataram que a utilização de tratamento mecânico-biológico dos resíduos em Phitsanulok, Tailândia seria capaz de reduzir as emissões de GEE de 448 kgCO₂eq/t RSD referente ao aterramento para 161 kgCO₂eq/t RSD, o que resultaria na redução de aproximadamente 8,2 KtCO₂eq/ano na cidade.

Nesse sentido, percebe-se que as propostas para alcançar os objetivos delineados pelo AP consistem, em sua maioria, em tecnologias que proporcionem balanço negativo de emissões, que, por sua vez ainda apresentam algumas controvérsias, como os custos associados (KUMAR; MADLENER, 2018) e a necessidade de grandes alterações globais no uso e ocupação do solo (CREUTZIG, 2016; CREUTZIG *et al.*, 2016; FUSS *et al.*, 2014; STEPHENS, 2015). Ademais, o AR5 apresenta a influência considerável do comportamento, do estilo de vida e cultura da população, incluindo os padrões de consumo e alimentação nas emissões de GEE (IGES; AALTO UNIVERSITY; D-MAT LTD., 2019; IPCC, 2014c). Lettenmeier *et al.* (2017) afirmam que as emissões de GEE podem ser reduzidas de maneira relativamente rápida por meio da adoção de estilos de vida de baixo carbono.

Compreender toda a extensão do potencial de mitigação exige a consideração e análise dos potenciais impactos da ação os indivíduos sobre as emissões de GEE, que, até o momento, permanece limitada na literatura científica sobre as vias tecnológicas de mitigação. Existe uma compreensão quantitativa muito limitada de quanto as mudanças nos estilos de vida poderiam contribuir para a mitigação de problemas ambientais, em especial as mudanças climáticas (IGES; AALTO UNIVERSITY; D-MAT LTD., 2019).

3.4 AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA

Alcançar o desenvolvimento sustentável exige a utilização de métodos e ferramentas que auxiliem a quantificação e comparação dos impactos ambientais da produção de bens e serviços para as sociedades. Os produtos têm um ciclo de vida (CV), que inicia na sua concepção, seguido pela extração de matéria-prima, produção, consumo e, por fim, atividades de “fim-de-vida” (coleta, reutilização, reciclagem, disposição final de resíduos). Todas as atividades participantes do ciclo de vida de um produto impactam o meio ambiente, seja por meio do consumo de recursos naturais, seja na emissão de substâncias no meio natural (REBITZER *et al.*, 2004).

Assim, a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) fornece uma visão holística na avaliação dos impactos dos produtos e serviços, proporcionando a compreensão dos aspectos ambientais a partir de uma estruturação metodológica. A ACV permite estimar e avaliar os impactos atribuídos a cada etapa do CV, como mudanças climáticas, depleção da camada de ozônio, eutrofização, acidificação, depleção de recursos, impactos toxicológicos na saúde humana e dos ecossistemas, consumo de água, uso do solo, poluição sonora, dentre outros impactos (CURRAN, 2013; REBITZER *et al.*, 2004).

A ACV não se trata de um ferramenta científica exata, mas de uma metodologia de avaliação dos impactos de um produto ou sistema ao meio ambiente (BILITEWSKI; WINKLER, 2007). Se por um lado a maioria dos estudos de CV trate de avaliações de produtos alternativos que fornecem propriedades e funções semelhantes aos produtos tradicionais, se enquadrando como substitutos destes, como, por exemplo, a comparação entre diferentes materiais utilizados como embalagens de bebidas (MIETTINEN; HAMALAINEN, 1997). Por outro lado, a ACV também tem sido utilizada para comparar os impactos de diferentes padrões de comportamento (KAISER *et al.*, 2003) ou como uma ferramenta de suporte à decisão em cenários envolvendo uma série de alternativas, sendo considerada como uma ferramenta capaz de caracterizar as

contribuições ambientais com base na análise individual de cada componente (CONTRERAS *et al.*, 2008).

Nesse sentido, Andersson *et al.* (2014) aplicaram a ACV para estimativas de emissões de GEE associadas ao estilo de vida, de forma a subsidiar uma avaliação da relação entre as atividades mais intensas em termos de emissões de GEE e medidas subjetivas de bem-estar. Hoolohan *et al.* (2013) avaliaram, através de uma ACV aplicada “do berço ao ponto de venda” que as emissões per capita associadas à alimentação dos indivíduos de classe média do Reino Unido são de aproximadamente 8.8 kg CO₂e/dia e que a remoção de carne da dieta seria capaz de reduzir as emissões de GEE associadas à alimentação em 35%. Em uma aplicação de ACV por meio de Tabelas de Entradas e Saídas (*Input/Output Tables – I/O*), IGES *et. al* (2019) estimaram as emissões per capita relacionadas ao estilo de vida da população da Finlândia (10.4 tCO₂e/ano) e para o Japão (7.6 tCO₂e/ano) para o ano de 2017.

3.4.1 Estrutura da Avaliação de Ciclo de Vida

Para aplicação completa da metodologia de ACV, deve-se executar as seguintes etapas: (i) definição dos objetivos e escopo, que consistem na etapa de planejamento do estudo de CV; (ii) construção do ICV, onde os balanços materiais e de energia são calculados; (iii) avaliação de impacto, que compreende a classificação, caracterização e estimativas dos impactos ambientais; e (iv) seleção da melhor alternativa em busca da redução dos impactos ambientais (CONSOLI *et al.*, 1993; GUINÉE *et al.*, 1993; GUINÉE; UDO DE HAES; HUPPES, 1993; MIETTINEN; HAMALAINEN, 1997). Na Figura 3.5 é apresentado um esquema das fases da ACV.



Figura 3.5: Estrutura da ACV.
 Fonte: adaptado de ISO (2006a).

3.4.1.1 Definição dos objetivos e do escopo da avaliação

De acordo com a *International Organization for Standardization* – ISO (2006a) a definição do escopo da ACV deve considerar e descrever, de forma clara e concisa os seguintes itens: (i) as funções dos produtos ou sistemas, ou, no caso de um estudo comparativo, os sistemas de interesse; (ii) a unidade funcional; (iii) os limites dos sistemas estudados; (iv) a tipologia de impactos ou a metodologia de avaliação de impactos e a subsequente interpretação; (v) os dados necessários, bem como as considerações necessárias e limitações da análise; e (vi) os requisitos de qualidade dos dados.

3.4.1.1.1 Funções e unidade funcional

Após a definição dos objetivos e do escopo da avaliação, deve ser estabelecida a unidade funcional utilizada na avaliação. Em termos abstratos, a unidade funcional é definida como a medida de *performance* de um certo sistema. Em termos práticos e aplicáveis, essa unidade é um quantitativo equivalente de uma função de produto, serviço ou processo (KROZER; VIS, 1998).

A unidade funcional serve de base para comparação. Na sua definição, o foco é alterado, saindo do produto físico para a sua *performance* desempenhando certa função ou serviço. Em certos processos, diferentes produtos podem ser necessários em quantidades diferentes para satisfazer à mesma necessidade, dessa forma, com a utilização da unidade funcional, padroniza-se a

análise, normalizando a avaliação e cria-se uma unidade de referência que possibilita relacionar as entradas e saídas da análise (ISO, 2006a; MIETTINEN; HAMALAINEN, 1997).

3.4.1.1.2 Limites do sistema

Após a definição dos objetivos do estudo e da seleção da unidade funcional, é necessário estabelecer os limites do sistema. Segundo a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América (*Environmental Protection Agency*) – EPA (1993), um sistema consiste na coletânea de operações que exercem, em conjunto, uma função claramente definida. A *Figura 3.6* apresenta a delimitação de um sistema genérico, visando à realização de uma ACV.

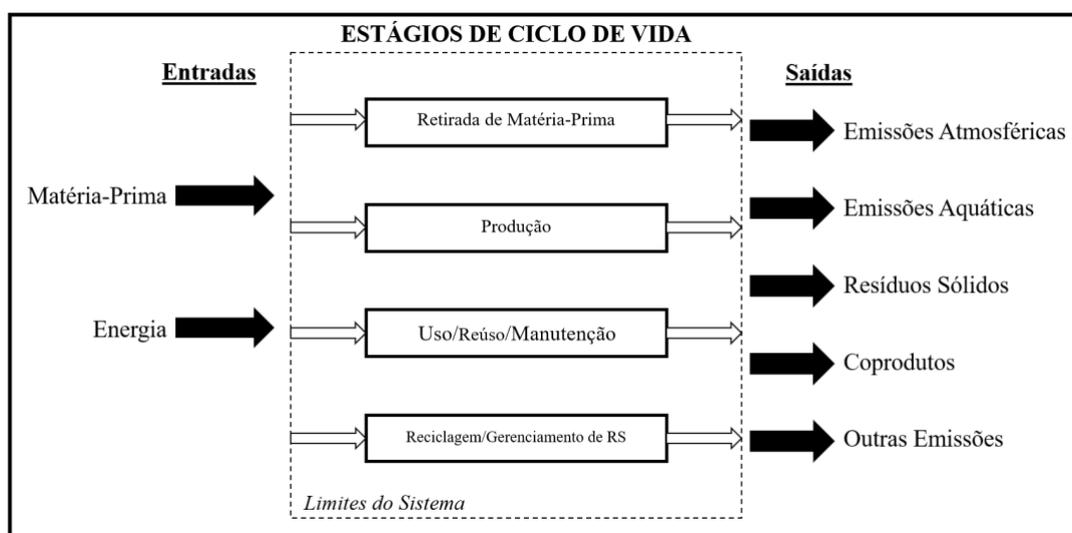


Figura 3.6: Estágios de CV e delimitação do sistema.

Fonte: adaptado de EPA (1993).

Os limites do sistema definem quais processos unitários devem ser incluídos na ACV. Diversos fatores determinam os limites do sistema, dentre eles estão incluídos o objetivo do estudo, as considerações a serem feitas, restrições de dados e custos. Os critérios utilizados na definição dos limites do sistema devem ser identificados e justificados no escopo do estudo (ISO, 2006a).

Segundo Guinée *et al.* (2002), na ACV são utilizados três principais tipos de limites para os sistemas: (i) entre o sistema técnico e o meio ambiente, (ii) entre processos significativos e não-significativos, e (iii) entre o sistema tecnológico em análise e outros sistemas tecnológicos.

Na maioria dos casos, os limites entre o sistema técnico e o meio ambiente são bem definidos e, de certa forma, óbvios. Entretanto, quando a ACV inclui sistemas florestais, agricultura, emissões em sistemas de tratamento de esgotos e aterros sanitários, esses limites devem ser explicitamente definidos (FINNVEDEN *et al.*, 2009).

A definição de limites entre processos significativos e insignificantes é difícil, visto que, em geral, não se sabe de antemão quais dados são insignificantes. Além disso, uma vez que os dados de um processo são conhecidos, não há razão específica para deixá-los de fora. Uma abordagem geral pode ser incluir dados facilmente acessíveis, verificar a importância dos dados e refinar, se necessário e possível. Já os limites com outros sistemas tecnológicos devem ser definidos quando a ACV inclui processos multifuncionais, que consistem em processos compartilhados por vários sistemas de produtos (FINNVEDEN *et al.*, 2009; FINNVEDEN; LINDFORS, 1996).

3.4.1.1.3 Requisitos de qualidade dos dados

Os requisitos de qualidade de dados especificam, em termos gerais as características que os dados devem apresentar para possibilitar a realização do estudo. Esses requisitos devem ser definidos no escopo da ACV de modo que permitam a realização da ACV e, quando o estudo em questão é utilizado no apoio à comparação de alternativas, deve abordar: (i) a abrangência temporal; (ii) abrangência geográfica; (iii) precisão e representatividade; (iv) consistência e reprodutibilidade dos métodos utilizados durante a ACV; (v) fontes dos dados e sua representatividade; e (vi) incertezas da informação (ISO, 2006a).

3.4.1.2 Inventário de ciclo de vida

Em conformidade com o escopo definido para a análise, o ICV fornece um catálogo quantitativo de demandas de energia e outros recursos, emissões de poluentes no ar, água e solo, além dos resíduos sólidos gerados no CV de um determinado produto, processo, material ou embalagem (EPA, 1993).

O ICV objetiva a quantificação das entradas e saídas que cruzam os limites do sistema. A análise por meio de inventário envolve a aquisição de dados e procedimentos de cálculo para quantificar entradas e saídas significantes no sistema em análise. Seus resultados podem ser utilizados diretamente para identificar áreas de maior ou menor carga ambiental e fornecem apoio à ACV (EPA, 1993; ISO, 2006a; MIETTINEN; HAMALAINEN, 1997).

É necessária uma grande quantidade de dados para o ICV e seu processo de construção é realizado de maneira iterativa, de forma que, quanto mais dados são coletados e melhor o sistema é compreendido, podem ser identificadas novas limitações ou necessidade de dados, o

que pode provocar mudança na aquisição de dados, a fim de atingir os objetivos do estudo (FINNVEDEN *et al.*, 2009; ISO, 2006a).

A Figura 3.7 apresenta os procedimentos recomendados para realização do ICV, segundo a normatização internacional (ISO, 2006b).

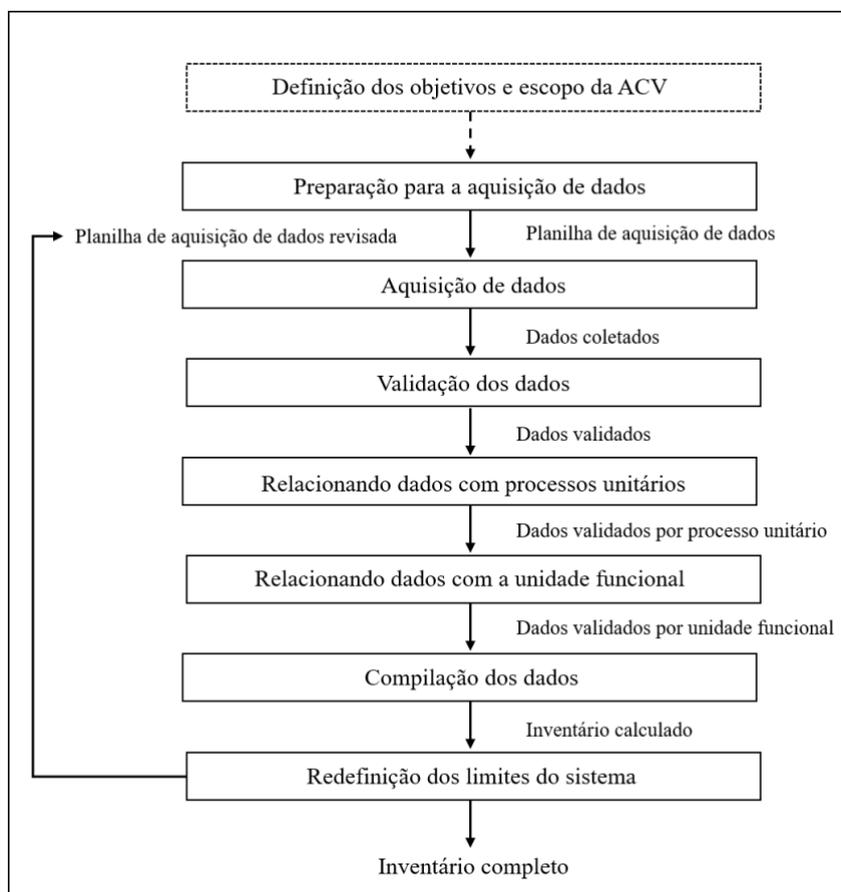


Figura 3.7: Procedimento simplificado para realização do ICV.
Fonte: adaptado de ISO (2016b).

A etapa descrita como preparação para aquisição de dados consiste na definição dos dados necessários para o inventário, com vistas ao atendimento de todos os objetivos já definidos na etapa de formulação do escopo da ACV, uma vez que estes definem o nível e o tipo de informação necessária para a análise (EPA, 1993).

Os dados qualitativos e quantitativos incluídos no ICV devem ser relacionados a cada processo unitário incluído pelos limites do sistema, de acordo com um fluxo determinado para cada processo. Os dados coletados, medidos, calculados ou estimados são utilizados para estimar as entradas e saídas de um processo unitário e, por fim, o ICV deve fornecer uma visão geral do sistema, com suas entradas e saídas sendo referenciadas à unidade funcional determinada. Tendo em vista que o ICV é a parte mais sensível da ACV, uma checagem e validação dos

dados deve ser conduzida durante o processo de coleta de dados, para confirmar que os requisitos de qualidade dos dados são atendidos (ISO, 2006b; KROZER; VIS, 1998).

As decisões referentes à inclusão de dados no ICV devem ser baseadas em análise de sensibilidade, determinando sua significância. A análise de sensibilidade pode resultar em exclusão de estágios do CV ou processos e entradas ou saídas do sistema quando for demonstrada a sua falta de significância pela análise, além da inclusão de novos processos, entradas e saídas ou etapas do CV que se mostrarem relevantes. A partir disso, os limites iniciais do sistema devem ser revistos, de modo que atendam aos objetivos estabelecidos. Por fim, os resultados do processo de refinação e a análise de sensibilidade devem ser documentados (ISO, 2006b).

3.4.1.3 Avaliação de impactos do ciclo de vida

O resultado do ICV é uma lista de entradas e saídas de natureza variável e, em geral essas grandezas não são interessantes em si, mas seus potenciais impactos ambientais são. Nesse sentido, em busca de melhor compreensão e caracterização destes impactos, utiliza-se a Avaliação de Impactos do Ciclo de Vida (AICV), que consiste em uma técnica quantitativa e/ou qualitativa para caracterizar os potenciais efeitos das demandas de recursos e das cargas ambientais a partir da interpretação dos resultados do ICV (EPA, 1993; FINNVEDEN *et al.*, 2009; ISO, 2006a; MIETTINEN; HAMALAINEN, 1997).

Para realização da AICV, os parâmetros do ICV são relacionados com as suas contribuições com problemas ambientais, que são definidos em termos de áreas de proteção, que contemplam saúde humana, qualidade ambiental e recursos naturais (HAUSCHILD; HUIJBREGTS, 2015).

Os impactos nas áreas de proteção são modelados, com base no conhecimento acerca das relações entre intervenções – na forma de extração de recursos, emissões de poluentes, uso do solo e da água – e seus impactos ao meio ambiente, conforme exemplificado na Figura 3.8, que apresenta esquematicamente o mecanismo de modelagem dos impactos, a partir de um exemplo – a emissão de substâncias (FINNVEDEN *et al.*, 2009).

De acordo com a normatização internacional que dispõe sobre a ACV (ISO, 2006a, 2006b), a AICV envolve: (i) a seleção das categorias de impactos e classificação; (ii) seleção dos métodos de caracterização e subsequente aplicação destes; (iii) normalização; e, por fim, (iv) agrupamento e/ou ponderação das diferentes categorias de impacto.

Na classificação, cada item do ICV é identificado como impactante em relação a alguma questão ambiental, sendo que estas questões se tratam das categorias de impacto. É importante que a seleção das categorias seja realizada de maneira coerente, de modo que as categorias selecionadas sejam mutuamente excludentes, evitando que os impactos sejam contabilizados mais de uma vez (MIETTINEN; HAMALAINEN, 1997).

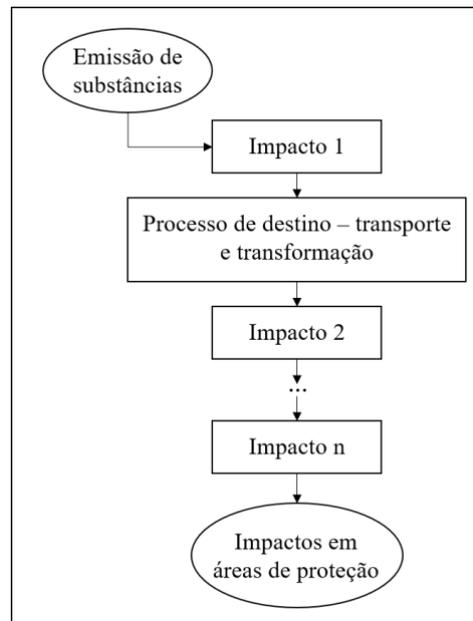


Figura 3.8: Representação esquemática da modelagem de impactos na AICV.

Fonte: adaptado de Finnveden *et al.* (2009).

Com a caracterização, os resultados do inventário são modelados de acordo com sua relevância em relação às categorias de impacto individuais (HAUSCHILD; HUIJBREGTS, 2015). Essa etapa envolve a conversão dos resultados do ICV para unidades comuns e agregação destes dados dentro da mesma categoria de impacto (ISO, 2006b).

A normalização consiste em expressar os resultados de caracterização em relação a um valor de referência, expressando a magnitude relativa dos parâmetros em uma escala comum a todas as categorias de impacto, facilitando a interpretação dos resultados. Por fim, a avaliação de impacto realiza o agrupamento ou ponderação das diferentes categorias de impacto ambiental e consumo de recursos, refletindo a importância relativa que lhes é atribuída no estudo (FINNVEDEN *et al.*, 2009).

3.4.1.3.1 Métodos de avaliação de impactos de ciclo de vida

Os indicadores referentes às categorias de impacto analisadas podem se enquadrar em qualquer fase entre resultados numéricos obtidos no ICV e os resultados finais da ACV – onde o efeito

ambiental realmente ocorre. Por isso, diversas metodologias para avaliação do inventário de ciclo de vida foram desenvolvidas e estas incluem análises do tipo *midpoint* ou *endpoint*. As análises *midpoint* consistem em metodologias clássicas de avaliação de impactos, que restringem a estágios iniciais em termos de correntes de causa-efeito, com o propósito de minimizar incertezas, agrupando os resultados em categorias de impactos intermediários. Já o agrupamento de resultados nas categorias *endpoint* são métodos focados nos danos e procuram modelar a corrente de causa e efeito até o dano propriamente dito (RODRIGUES, 2017; SAADE; SILVA; GOMES, 2014).

A *Figura 3.9* apresenta algumas categorias de impacto segundo as estruturas *midpoint* e *endpoint* para a AICV.

Dentre os vários métodos para AICV que utilizam das estruturas *midpoint* e *endpoint*, destacam-se a *Chain Management by Life Cycle Assessment* – CML (1996, 2001 e 2011), a *Environmental Design of Industrial Products* – EDIP (1993 e 2007) e a *Impact 2002+* (FRISCHKNECHT *et al.*, 2007; SAADE; SILVA; GOMES, 2014).

É importante ressaltar que, assim como qualquer outra ferramenta utilizada para análises de impactos ambientais, a ACV também possui limitações e cabe ao usuário da metodologia esclarecer estas limitações e compreender profundamente a metodologia utilizada na AICV (FRISCHKNECHT *et al.*, 2007; RODRIGUES, 2017).

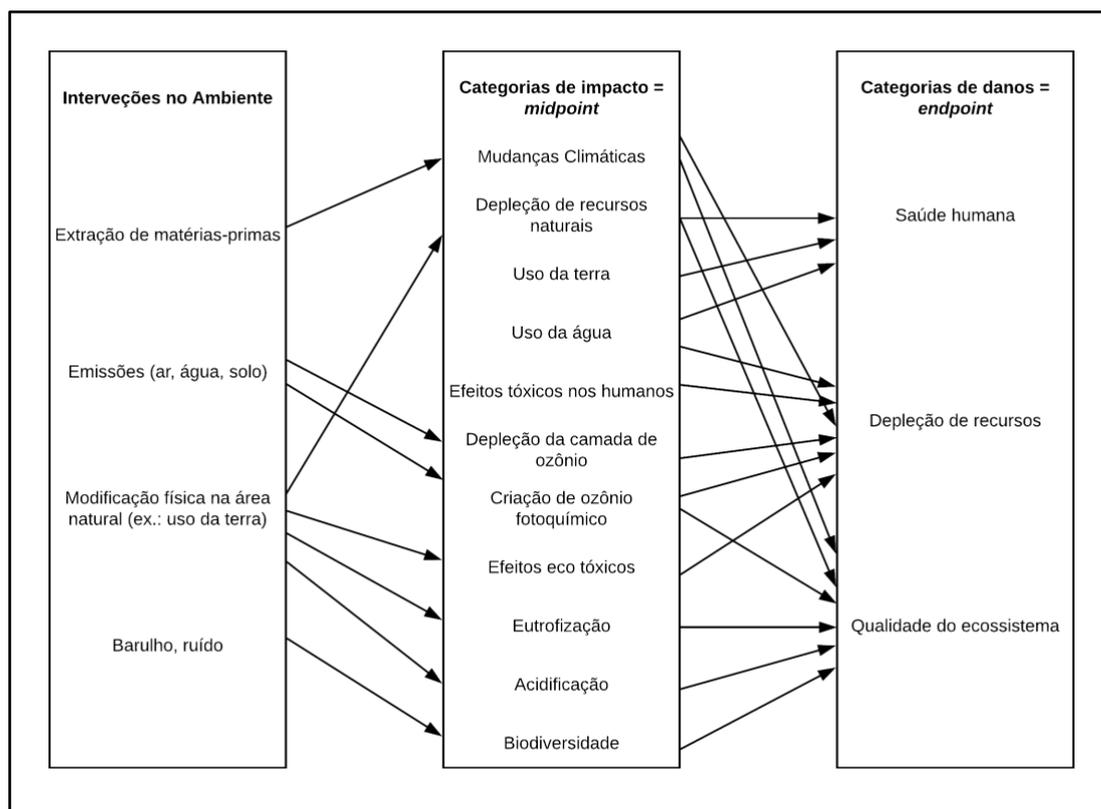


Figura 3.9: Categorias de impacto nas estruturas *midpoint* e *endpoint* na AICV.
 Fonte: Adaptado de UNEP (2011).

3.4.1.3.2 Interpretação dos resultados

A fase de interpretação de resultados da ACV compreende a identificação de questões significativas, com base nos resultados das etapas de ICV e AICV, bem como uma avaliação que contempla análises de completude, sensibilidade e consistência, além das conclusões, limitações e recomendações, como mostra a Figura 3.10 (ISO, 2006b).

A fase de interpretação pode envolver o processo iterativo de revisão do escopo da ACV, bem como a natureza e a qualidade dos dados coletados de acordo com a meta definida. Para isso, são realizadas análises de completude, a fim de verificar se todas as informações relevantes e necessárias para o estudo estão completas e disponíveis; análises de sensibilidade, para avaliar a confiabilidade dos resultados finais, por meio da verificação de como são afetados pelas incertezas dos dados, cálculos, indicadores, etc.; e análises de consistência, com o objetivo de determinar se as suposições, métodos e dados são consistentes com os objetivos e com o escopo (ISO, 2006a, 2006b). Os resultados da interpretação podem assumir a forma de conclusões e recomendações para os tomadores de decisão, consistentes com os objetivos e o escopo do estudo (GUINÉE *et al.*, 2002).

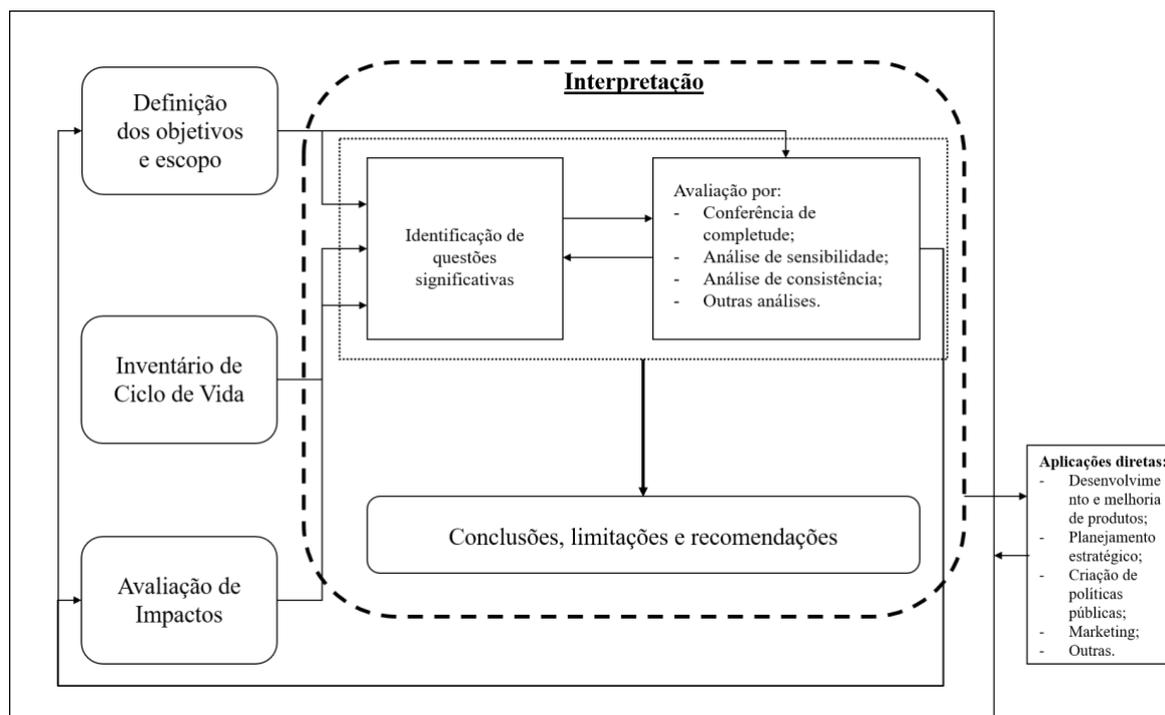


Figura 3.10: Relações entre a fase de interpretação e outros elementos da ACV.
 Fonte: adaptado de ISO (2006b).

3.4.2 Aplicações da ACV na estimativa dos impactos do setor de alimentos

Estudos de ACV têm sido aplicados para avaliar uma série de produtos alimentícios, para identificar oportunidades potenciais de mitigação por meio da mudança das práticas de produção, para avaliar novas práticas zootécnicas e para sugerir opções preferíveis em avaliações comparativas (CUCURACHI *et al.*, 2019).

De um modo geral, a maior parte das aplicações da ACV no setor de alimentos tem como objetivo avaliar o impacto do ciclo de vida de um alimento ou categoria de alimentos. Por exemplo, González-García *et al.* (2013) estimaram os impactos em seis categorias de impacto (Potencial de Depleção Abiótica, Acidificação, Eutrofização, Mudanças Climáticas, Potencial de Depleção da Camada de Ozônio, Formação de Foto-Oxidantes e Demanda Cumulativa de Energia) da produção de queijo na Espanha. Salomone e Ioppolo (2012) aplicaram a metodologia para avaliar cenários de produção de azeite de oliva na província de Messina (Sicília). Henriksson *et al.* (2018) utilizaram a ACV para quantificar seis categorias de impacto em relação à intensificação da aquicultura em Bangladesh.

No Brasil, Lathuillière *et al.* (2017) desenvolveram uma pesquisa objetivando avaliar, por meio da aplicação de ACV, os impactos da ocupação transformação no uso da terra para produção de soja na região sul da Floresta Amazônica. Além disso, diversos estudos foram conduzidos

no país para avaliar sistemas de produção de carne bovina, sob diferentes escopos. Dick *et al.* (2015a) analisaram os principais impactos ambientais de dois sistemas típicos de produção de bovinos de corte do sul do Brasil: o sistema extensivo e o sistema melhorado (SI), identificando os componentes que mais impactam o meio ambiente ao longo do ciclo de vida. Dick *et al.* (2015b) avaliaram os efeitos de mudanças aditivas no manejo animal e de pastagens de um sistema de produção pecuária de corte típico do sul do Brasil em termos de mudanças climáticas, uso da terra e esgotamento fóssil. Florindo *et al.* (2017) estudaram quatro diferentes sistemas de produção de uma fazenda típica na região sul do estado de Mato Grosso do Sul, com o objetivo de identificar sistemas de produção de bovinos de corte que permitam reduzir as emissões de gases de efeito estufa e, concomitantemente, sejam economicamente viáveis. Lathuillière *et al.* (2019) quantificaram os impactos a nível *midpoint* do consumo de água e ocupação da terra de lavouras e gado.

Por outro lado, a ACV também tem sido aplicada em termos do gerenciamento de resíduos sólidos relacionados a alimentos. Moya *et al.* (2013) e Contreras *et al.* (2009) avaliaram quatro cenários de tratamento de bagaço de cana-de-açúcar em Cuba, gerado após o processamento para produção de açúcar ou álcool. Zhang *et al.* (2013) avaliaram a integração entre uma fazenda de produção de laticínios e uma estufa, baseada no tratamento por digestão anaeróbia dos dejetos animais gerados na fazenda para produção de biogás.

Entretanto, ainda há poucos trabalhos disponíveis sobre os impactos do consumo total de alimentos de uma população, como os publicados por Veeramani *et al.* (2017), Notarnicola *et al.* (2017) e Virtanen *et al.* (2011), nenhum destes tendo como objeto o Brasil ou os brasileiros.. O primeiro consiste na avaliação dos impactos dos padrões de dieta de residentes em Ontário, Canadá, com base no consumo informado em uma amostra formada por 10 000 indivíduos. O segundo trata de uma aplicação de ACV a uma cesta de itens, selecionados como sendo representativos do consumo da União Europeia. Os produtos modelados foram: carne suína, carne bovina, aves, leite, queijo, manteiga, pão, açúcar, óleo de girassol, azeite, batata, laranja, maçã, água mineral, café torrado, cerveja e refeições pré-preparadas. Para cada produto na cesta, um inventário foi construído usando dados estatísticos. O último artigo citado refere-se à utilização de um modelo econômico de entradas e saídas (*Economic Input-Output model*) na avaliação 30 diferentes refeições na Finlândia, com base na categoria de impacto de mudanças climáticas.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia desenvolvida para este trabalho pode ser dividida em três grandes etapas: (i) obtenção de dados relativos ao consumo de alimentos em Brasília, (ii) aplicação de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) para estimativa da intensidade de emissões de gases de efeito estufa (GEE) relacionados aos alimentos consumidos e (iii) análise estatística exploratória da influência de variáveis socioeconômicas nas emissões estimadas. Na Figura 4.1 é apresentado o fluxo proposto para cada etapa.

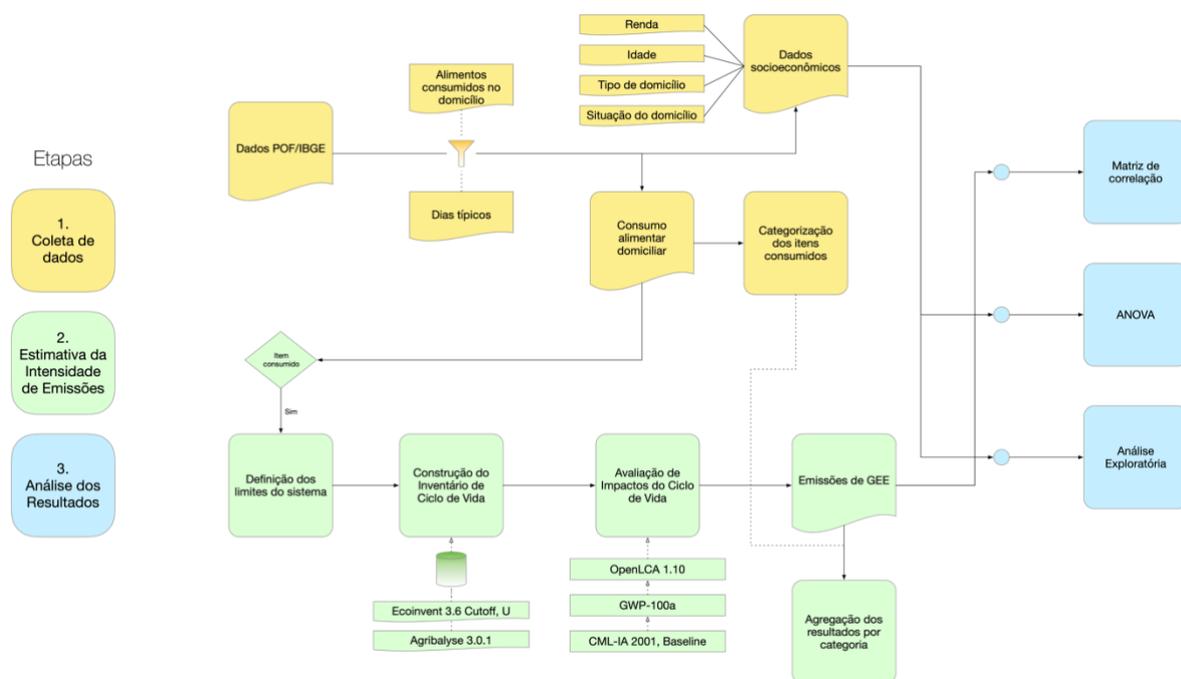


Figura 4.1: Fluxo metodológico.

Legenda: ANOVA: *Analysis of Variance*; CML: *Chain Management by Life Cycle Assessment*; GEE: Gases de Efeito Estufa; GWP: *Global Warming Potential*; IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; POF: Pesquisa de Orçamentos Familiares.

4.1 COLETA DE DADOS DE CONSUMO E SOCIOECONÔMICOS

Os dados relativos ao consumo alimentar em Brasília utilizados neste trabalho são provenientes da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF): 2017-2018: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil (IBGE, 2020), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Foram coletados os microdados do bloco de consumo alimentar pessoal (POF) e extraídos os dados referentes ao consumo alimentar nos domicílios de Brasília. Os dados coletados refletem um dia de consumo dos indivíduos selecionados para a pesquisa. A leitura dos microdados e posterior extração foi realizada por meio do programa disponibilizado pelo IBGE, executado

no software *RStudio 3.6.1*. Posteriormente, foram excluídas do conjunto de dados as entradas relativas aos dias atípicos de consumo. Assim, foram consideradas as respostas de 843 indivíduos, distribuídos em 353 domicílios.

Considerando a grande quantidade de itens alimentícios citados pelos respondentes da POF em Brasília (1.860 itens no total, sendo 681 registrados em Brasília), os dados de consumo foram compilados nos grupos Cereais; Leguminosas; Verduras; Legumes; Raízes e tubérculos; Frutas; Oleaginosas; Farinhas e massas; Panificados; Carnes; Ovos; Laticínios; Doces; Óleos e gorduras; Bebidas; Pizzas, salgados e sanduíches; Sopas e caldos; Suplementos; Molhos e condimentos; e Preparações mistas. A relação completa de alimentos incluídos em cada grupo está disponível no Anexo A.

Estimou-se o consumo domiciliar total de cada grupo de alimentos através do produto entre o consumo individual em cada grupo pelo peso correspondente a cada domicílio entrevistado na POF, conforme a equação 4.1 a seguir.

$$C_x = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (a_{ij} * P_j) / 1000 \quad 4.1$$

Onde

C_x é o consumo total do grupo de alimentos x (t alimento/dia) pela população de Brasília; a_i é o consumo do alimento i pelo indivíduo j (kg/dia); P_j é o fator de expansão (peso) atribuído ao domicílio ao qual o indivíduo j pertence (adimensional).

Foram excluídas da agregação todas as entradas de dados referentes ao consumo de água. Esta exclusão foi realizada considerando que o consumo total de água pela população de Brasília representa 45,49% do consumo de todos os itens apontados na POF. Dessa forma, se considerado o consumo de água, o grupo de bebidas significaria 62% do total de alimentos consumidos. Além disso, as emissões de GEE relacionadas ao processo produtivo de água potável são baixas, em comparação com os demais itens (ver Anexo B, processo “*tap water production, conventional treatment / tap water / Cutoff, U – BR*”).

Quanto aos dados socioeconômicos, foram coletados os microdados do caderno Características dos Domicílios e dos Moradores, da POF. As informações selecionadas para caracterização da população foram: situação do domicílio (urbano ou rural), tipo de residência (casa, apartamento e outros), idade, sexo, renda total familiar e renda disponível *per capita*.

As variáveis renda familiar e renda disponível *per capita* foram categorizadas em função do valor em salários-mínimos do ano de 2017 (i) até 1 salário-mínimo, (ii) entre 1 e 2, (iii) entre 3 e 5, (iv) entre 6 e 10 e (v) mais que 10. O valor do salário-mínimo de referência para o ano de 2017 é de R\$937,00, equivalentes a US\$ 293,55 (IPEA, 2020).

Já a idade dos respondentes foi categorizada nas seguintes faixas: (i) até 24 anos, (ii) 25-34 anos, (iii) 35-44 anos, (iv) 45-54 anos, (v) 55-64 anos e (vi) mais de 65 anos.

4.2 ESTIMATIVA DA INTENSIDADE DE EMISSÕES DE GEE

Com o objetivo de estimar as emissões de GEE decorrentes do consumo de cada item indicado pelos respondentes da POF/IBGE, foi aplicada a ACV, conforme as normas ISO 14040 (2006a) e ISO 14044 (2006b).

4.2.1 Definição do escopo

Tendo em vista que os dados de consumo alimentar estão disponíveis em unidade de massa [kg^{-1}], a unidade funcional adotada para a aplicação da ACV neste trabalho foi “kg de alimento consumido”.

Quanto aos limites dos sistemas, de forma geral, foram consideradas as atividades desde o pré-plantio dos ingredientes, incluindo a produção de fertilizantes e pesticidas. Foram incluídas também as operações nas fazendas, o transporte até os centros de processamento e o próprio processamento (quando aplicável) e o transporte até os centros de distribuição (vide Figura 4.2).

Neste estudo foi avaliada uma grande quantidade de alimentos, com diferentes características referentes à distribuição e comercialização. Assim, dada a diversidade de alimentos e a falta de dados, não foram consideradas as etapas de distribuição, armazenamento e comercialização dos produtos.

O gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares (RSD) não foi incluído na aplicação das ACV para cada item consumido, uma vez que a taxa de geração de resíduos sólidos no preparo e por meio do desperdício de alimentos ainda permanece desconhecida. Não foram encontrados estudos brasileiros que caracterizem a fração dos alimentos adquiridos que é convertida em RSD, quer seja por não ser uma parte comestível, quer seja pelo desperdício de alimento preparado, além dos alimentos fora do prazo de validade. Assim, não foi possível estimar a relação entre o alimento consumido e o resíduo produzido.

No entanto, estimou-se a contribuição total do gerenciamento da fração orgânica dos RSD e a descrição da aplicação da ACV nesta estimativa está disponível na subseção 4.2.5.

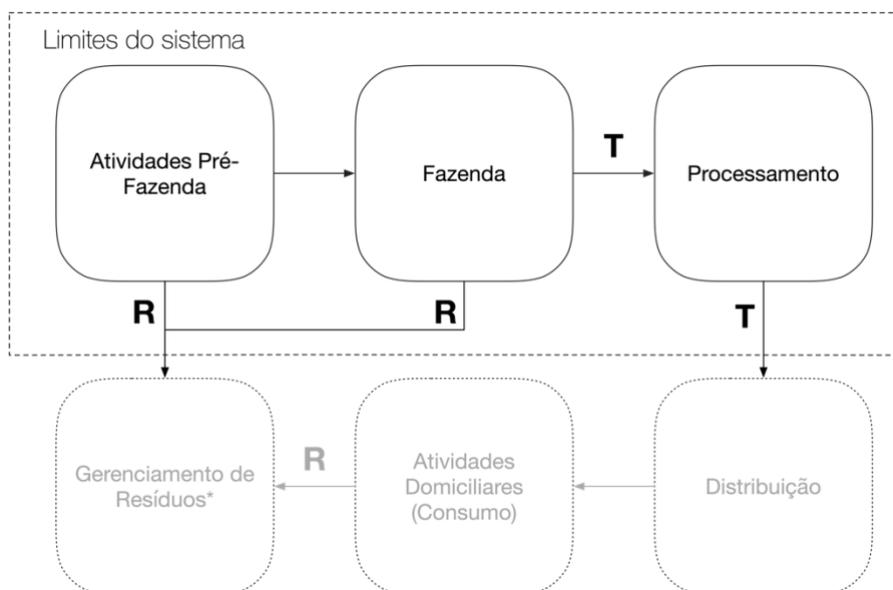


Figura 4.2: Limites do sistema. Os estágios em cinza não foram incluídos. R = resíduo, T = transporte.
*O gerenciamento dos resíduos gerados nos processos contemplados nos limites do sistema foi incluído na ACV.

4.2.2 Inventário de Ciclo de Vida

A construção dos inventários de ciclo de vida (ICV) de cada alimento considerado neste estudo incluiu os fluxos de entrada e saída de materiais e energia em cada uma das etapas contempladas pelos limites dos sistemas. Foram utilizados dados de inventários globais (GLO), brasileiros (BR) e do “resto do mundo”(RoW) disponíveis nas bases de dados Ecoinvent 3.6 Versão Educacional para países não membros da OCED (WERNET *et al.*, 2016) e Agribalyse 3.0.1 (ASSELIN-BALENÇON *et al.*, 2020). No modelo Ecoinvent Cutoff adotado neste trabalho, os resíduos gerados nos processos produtivos têm de ser tratados e os encargos do tratamento são totalmente atribuídos à atividade de produção.

A compilação dos dados e construção do ICV para cada alimento foi realizada no software *OpenLCA 1.10*®.

Para a etapa de transporte da fazenda até o centro de distribuição para alguns alimentos das categorias cereais, verduras, legumes, raízes e tubérculos e frutas, foram calculadas as distâncias médias de transporte entre o município produtor e as Centrais de Abastecimento do Distrito Federal (CEASA/DF), de acordo com dados do Portal de Informações Agropecuárias da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2019). A distância média foi calculada

através da ponderação da distância entre o município de origem do alimento e o CEASA/DF pela quantidade do referido alimento comercializada, conforme equação 4.2. As distâncias de cada município foram estimadas através da plataforma *Google Maps*®. A Tabela 4.1 contém os as estimativas de distância para cada item.

$$D_{med} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i * Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \quad 4.2$$

Onde

D_{med} é a distância média entre a fazenda e o centro de distribuição (km); d_i é a distância entre o i -ésimo município produtor e o CEASA/DF (km); e Q_i é a quantidade de alimento que origina do i -ésimo município (kg).

As distâncias de transporte entre a fazenda (ou local de processamento, quando aplicável) e os centros de distribuição para os alimentos não contemplados na Tabela 4.1 foram obtidas através dos inventários disponíveis nas bases de dados Ecoinvent 3.6 e Agribalyse 3.0.1.

Tabela 4.1: Distância média entre a fazenda e o centro de distribuição
Fonte: CONAB (2019).

Grupo	Item	Distância média (km)	Grupo	Item	Distância média (km)
Frutas	Abacate	248,46	Legumes	Abóbora	249,51
Frutas	Abacaxi	1159,34	Legumes	Abobrinha	61,08
Frutas	Banana	644,07	Legumes	Alho	440,33
Frutas	Côco	1729,83	Legumes	Berinjela	60,68
Frutas	Kiwi	966,93	Legumes	Cebola	1017,38
Frutas	Laranja	462,81	Legumes	Cenoura	101,27
Frutas	Limão	639,86	Legumes	Chuchu	79,68
Frutas	Maçã	1611,48	Legumes	Pepino	69,77
Frutas	Mamão	706,37	Legumes	Pimentão	820,01
Frutas	Manga	1147,85	Legumes	Tomate	255,02
Frutas	Melancia	692,16	Raízes e tubérculos	Batata	509,31
Frutas	Melão	1515,23	Raízes e tubérculos	Batata doce	90,39
Frutas	Morango	239,32	Raízes e tubérculos	Beterraba	108,29
Frutas	Pêra	1131,74	Raízes e tubérculos	Inhame	139,86
Frutas	Pêssego	1580,49	Raízes e tubérculos	Mandioca	114,72

Grupo	Item	Distância média (km)	Grupo	Item	Distância média (km)
Frutas	Tangerina	406,56	Verduras	Alface	79,60
Frutas	Uva	1261,21	Verduras	Couve-flor	77,12
			Verduras	Repolho	107,63

Visando adequar os inventários da base Ecoinvent 3.6 à realidade brasileira, executou-se uma adaptação da matriz energética dos processos associados ao ciclo de vida dos produtos. Como a maioria dos processos de produção de alimentos disponíveis na base de dados era referente à União Europeia, e considerando as diferenças entre as matrizes energéticas europeias e a matriz brasileira, fez-se necessário realizar tal adaptação. A seguir será apresentado um exemplo de como a adaptação foi feita, no caso da produção de cenouras. O detalhamento de todas as adaptações realizadas está disponível no Anexo C.

A Tabela 4.2 apresenta os fluxos de entradas da produção de cenoura. Os fluxos destacados em negrito tiveram seus respectivos processos provedores alterados, a fim de adaptar o inventário à realidade brasileira. Uma vez que os fluxos de saídas se tratavam de fluxos elementares (emissões para o ar, para a água e/ou para o solo), estes não foram adaptados.

Os provedores relativos aos fluxos “*application of plant protection product, by field sprayer*”, “*fertilising, by broadcaster*” e “*irrigation*” foram apenas substituídos pelos processos correspondentes referentes ao Brasil, uma vez que estes estavam disponíveis. Os processos provedores utilizados foram “*application of plant protection product, by field sprayer / application of plant protection product, by field sprayer / Cutoff, U – BR*”; “*fertilising, by broadcaster / fertilising, by broadcaster / Cutoff, U – BR*”; e “*market for irrigation / irrigation / Cutoff, U – BR*”, respectivamente.

Para o fluxo “*transport, tractor and trailer, agricultural*”, o processo original com dados suíços (CH) foi substituído por um processo de média global (“*market group for transport, freight, lorry, unspecified / transport, freight, lorry, unspecified / Cutoff, U – GLO*”). Neste fluxo não foi realizada adaptação, uma vez que não havia sub-fluxos com entradas de eletricidade.

Já para o fluxo “*carrot seed, for sowing*”, o processo provedor original foi substituído. Foi utilizado o processo “*carrot seed production, for sowing | carrot seed, for sowing | Cutoff, U – RoW*”, cujos dados são relativos à média da região “resto-do-mundo”. Considerando que o

referido processo contém em suas entradas sub-processos que utilizam eletricidade, o mesmo foi atualizado para a matriz energética brasileira.

Em todas as atualizações, considerou-se os processos “*market group for electricity, low voltage / electricity, low voltage / Cutoff, U – BR*”, “*market group for electricity, medium voltage / electricity, medium voltage / Cutoff, U – BR*” e “*market group for electricity, low voltage / electricity, high voltage / Cutoff, U – BR*” para a matriz energética de baixa, média e alta voltagem, respectivamente.

Tabela 4.2: Fluxos de entradas na produção de cenouras.

Fluxo	Quantidade	Unid.	Processo Provedor
Entradas			
<i>[sulfonyl]urea-compound</i>	3,66E-05	kg	<i>market for [sulfonyl]urea-compound / [sulfonyl]urea-compound / Cutoff, U - GLO</i>
<i>ammonia, liquid</i>	2,22E-05	kg	<i>market for ammonia, liquid / ammonia, liquid / Cutoff, U - RoW</i>
<i>ammonium nitrate, as N</i>	3,57E-04	kg	<i>market for ammonium nitrate, as N / ammonium nitrate, as N / Cutoff, U - GLO</i>
<i>ammonium sulfate, as N</i>	2,52E-06	kg	<i>market for ammonium sulfate, as N / ammonium sulfate, as N / Cutoff, U - GLO</i>
<i>application of plant protection product, by field sprayer</i>	1,69E-04	ha	<i>market for application of plant protection product, by field sprayer / application of plant protection product, by field sprayer / Cutoff, U - GLO</i>
<i>Carbon dioxide</i>	0,205493072	kg	
<i>carrot seed, for sowing</i>	1,18E-04	kg	<i>market for carrot seed, for sowing / carrot seed, for sowing / Cutoff, U - GLO</i>
<i>copper oxide</i>	2,11E-05	kg	<i>market for copper oxide / copper oxide / Cutoff, U - GLO</i>
<i>cyclic N-compound</i>	4,30E-05	kg	<i>market for cyclic N-compound / cyclic N-compound / Cutoff, U - GLO</i>
<i>Energy, gross calorific value, in biomass</i>	2,176829247	MJ	
<i>fertilising, by broadcaster</i>	5,63E-05	ha	<i>market for fertilising, by broadcaster / fertilising, by broadcaster / Cutoff, U - GLO</i>

Fluxo	Quantidade	Unid.	Processo Provedor
<i>harvesting, by complete harvester, ground crops</i>	2,81E-05	ha	<i>market for harvesting, by complete harvester, ground crops harvesting, by complete harvester, ground crops Cutoff, U - GLO</i>
<i>irrigation</i>	6,35E-04	m ³	<i>market for irrigation irrigation Cutoff, U - CO</i>
<i>irrigation</i>	0,00131155	m ³	<i>market for irrigation irrigation Cutoff, U - PE</i>
<i>irrigation</i>	0,007258023	m ³	<i>market for irrigation irrigation Cutoff, U - PH</i>
<i>irrigation</i>	2,93E-04	m ³	<i>market for irrigation irrigation Cutoff, U - FR</i>
<i>irrigation</i>	0,001006471	m ³	<i>market for irrigation irrigation Cutoff, U - ZA</i>
<i>irrigation</i>	0,001802831	m ³	<i>market for irrigation irrigation Cutoff, U - ES</i>
<i>irrigation</i>	2,86E-04	m ³	<i>market for irrigation irrigation Cutoff, U - TN</i>
<i>irrigation</i>	7,36E-06	m ³	<i>market for irrigation irrigation Cutoff, U - CH</i>
<i>irrigation</i>	0,074457191	m ³	<i>market for irrigation irrigation Cutoff, U - IN</i>
<i>irrigation</i>	1,84E-04	m ³	<i>market for irrigation irrigation Cutoff, U - CA-QC</i>
<i>irrigation</i>	0,017195786	m ³	<i>market for irrigation irrigation Cutoff, U - US</i>
<i>irrigation</i>	0,004334318	m ³	<i>market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR</i>
<i>irrigation</i>	4,89E-04	m ³	<i>market for irrigation irrigation Cutoff, U - MY</i>
<i>irrigation</i>	0,001431245	m ³	<i>market for irrigation irrigation Cutoff, U - MA</i>
<i>irrigation</i>	3,17E-05	m ³	<i>market for irrigation irrigation Cutoff, U - DE</i>
<i>liquid manure spreading, by vacuum tanker</i>	1,66E-04	m ³	<i>market for liquid manure spreading, by vacuum tanker liquid manure spreading, by vacuum tanker Cutoff, U - GLO</i>
<i>manure, liquid, cattle</i>	0,088577914	kg	<i>market for manure, liquid, cattle manure, liquid, cattle Cutoff, U - GLO</i>
<i>manure, liquid, swine</i>	0,067837076	kg	<i>market for manure, liquid, swine manure, liquid, swine Cutoff, U - GLO</i>
<i>manure, solid, cattle</i>	0,091099136	kg	<i>market for manure, solid, cattle manure, solid, cattle Cutoff, U - GLO</i>
<i>nitrogen fertiliser, as N</i>	8,61E-05	kg	<i>market for nitrogen fertiliser, as N nitrogen fertiliser, as N Cutoff, U - GLO</i>
<i>Occupation, arable</i>	0,282144081	m ² *a	

Fluxo	Quantidade	Unid.	Processo Provedor
<i>packaging, for fertilisers</i>	0,012108958	kg	<i>market for packaging, for fertilisers packaging, for fertilisers Cutoff, U - GLO</i>
<i>packaging, for pesticides</i>	2,50E-04	kg	<i>market for packaging, for pesticides packaging, for pesticides Cutoff, U - GLO</i>
<i>phosphate fertiliser, as P2O5</i>	0,001120674	kg	<i>market for phosphate fertiliser, as P2O5 phosphate fertiliser, as P2O5 Cutoff, U - GLO</i>
<i>potassium chloride, as K2O</i>	0,001159269	kg	<i>market for potassium chloride, as K2O potassium chloride, as K2O Cutoff, U - GLO</i>
<i>potassium fertiliser, as K2O</i>	7,95E-05	kg	<i>market for potassium fertiliser, as K2O potassium fertiliser, as K2O Cutoff, U - GLO</i>
<i>potassium sulfate, as K2O</i>	1,41E-05	kg	<i>market for potassium sulfate, as K2O potassium sulfate, as K2O Cutoff, U - GLO</i>
<i>poultry manure, dried</i>	0,046738362	kg	<i>market for poultry manure, dried poultry manure, dried Cutoff, U - GLO</i>
<i>poultry manure, fresh</i>	0,004579458	kg	<i>market for poultry manure, fresh poultry manure, fresh Cutoff, U - GLO</i>
<i>pyrethroid-compound</i>	2,43E-05	kg	<i>market for pyrethroid-compound pyrethroid-compound Cutoff, U - GLO</i>
<i>solid manure loading and spreading, by hydraulic loader and spreader</i>	0,137837498	kg	<i>market for solid manure loading and spreading, by hydraulic loader and spreader solid manure loading and spreading, by hydraulic loader and spreader Cutoff, U - GLO</i>
<i>sowing</i>	2,81E-05	ha	<i>market for sowing sowing Cutoff, U - GLO</i>
<i>tillage, harrowing, by rotary harrow</i>	2,81E-05	ha	<i>market for tillage, harrowing, by rotary harrow tillage, harrowing, by rotary harrow Cutoff, U - GLO</i>
<i>tillage, ploughing</i>	2,81E-05	ha	<i>market for tillage, ploughing tillage, ploughing Cutoff, U - GLO</i>
<i>Transformation, from arable land, unspecified use</i>	0,281384344	m ²	

Fluxo	Quantidade	Unid.	Processo Provedor
<i>Transformation, to arable land, unspecified use</i>	0,281384344	m ²	
<i>transport, tractor and trailer, agricultural</i>	0,002	t*km	<i>market for transport, tractor and trailer, agricultural / transport, tractor and trailer, agricultural / Cutoff, U - CH</i>
<i>urea, as N</i>	0,003213335	kg	<i>market for urea, as N / urea, as N / Cutoff, U - GLO</i>

Não foi possível construir o ICV para todos os alimentos considerados na POF-IBGE por meio de dados do Ecoinvent 3.6. Por isso, também foram utilizados dados da Agribalyse 3.0.1 e a relação completa dos itens cujo ICV foi construído com dados desta base consta no Anexo C.

Entretanto, utilizando o software OpenLCA 1.10, a Agribalyse não permite a alteração do processo provedor. Assim, para conduzir a adaptação da matriz energética, foi preciso importar os inventários de cada processo dentro da base de dados Ecoinvent 3.6 e realizar a correspondência entre os fluxos. O Anexo E descreve as adaptações e correspondências entre as duas bases de dados.

4.2.3 Avaliação de Impactos do Ciclo de Vida

A avaliação de impactos do ciclo de vida (AICV) foi realizada segundo a metodologia de avaliação de impactos CML-IA 2001 *baseline* (GUINÉE, 2002).

Dado que o objetivo da aplicação da ACV neste trabalho é estimar as emissões de GEE associadas ao consumo alimentar domiciliar em Brasília, a categoria de impacto utilizada foi a de mudanças climáticas globais. Esta categoria de impactos é do tipo *midpoint* e refere-se ao aumento da temperatura no planeta causado pelo aumento na concentração de GEE na atmosfera, que refletem a radiação de ondas longas emitidas pela superfície da Terra, causando o efeito estufa, que tem por consequência o aumento da temperatura da baixa atmosfera. O resultado das emissões de GEE em termos de aquecimento global foi expresso em quilogramas de dióxido de carbono equivalente (kg CO_{2e}) e os fatores de conversão dos outros gases, como metano e óxido nitroso são definidos em relação ao potencial de aquecimento global (*Global Warming Potential – GWP*) em um horizonte de tempo determinado (IPCC, 2006; LEME, 2010). Neste trabalho foi utilizado o GWP100, referente ao potencial de aquecimento global em um horizonte de tempo de 100 anos (GWP100a). A AICV foi conduzida no software *OpenLCA 1.10*®.

Os resultados obtidos de emissões de GEE de cada alimento foram agregados nos grupos alimentícios definidos pela POF-IBGE, de acordo com a classificação disponível no Anexo A. A equação 4.3 descreve como foi realizada a agregação para cada categoria de alimentos.

$$GEE_{alim,i} = \sum_{j=1}^n e_j * q_j \quad 4.3$$

Onde

$GEE_{alim,i}$ é a emissão de GEE do i-ésimo alimento (kg CO₂e/kg alimento); e_j é a emissão de GEE relacionada ao j-ésimo fluxo necessário para a produção do i-ésimo alimento (kg CO₂e/kg alimento*unidade de fluxo); e q_j é a quantidade de material ou energia do fluxo “j” demandada para produção do alimento “i” (unidade variável para cada fluxo).

Para melhor compreender o perfil de emissões de GEE, os totais de emissões por indivíduo e por domicílio foram calculados por meio das equações 4.4 e 4.5, respectivamente.

$$GEE_{ind,k} = \sum_{i=1}^m C_i * GEE_{alim,i} \quad 4.4$$

Onde

$GEE_{ind,k}$ é a emissão de GEE do k-ésimo indivíduo (kg CO₂e); C_i é o consumo do i-ésimo alimento (kg); e $GEE_{alim,i}$ é a emissão de GEE relacionada ao i-ésimo alimento (kg CO₂e/kg alimento).

$$GEE_{dom,n} = \sum_{k=1}^t GEE_{ind,k} \quad 4.5$$

Onde

$GEE_{dom,n}$ é a emissão de GEE do n-ésimo domicílio (kg CO₂e) e $GEE_{ind,k}$ é a emissão de GEE do k-ésimo indivíduo (kg CO₂e) pertencente ao domicílio “n”.

4.2.4 Limitações

A ACV aplicada neste trabalho possui algumas limitações, que serão discutidas a seguir. Em primeiro lugar, só foi possível estimar as emissões de GEE dos alimentos cujos inventários estavam disponíveis nas bases de dados utilizadas. Dessa forma, 183 itens alimentícios indicados na POF não foram considerados.

Dentre os itens não considerados, a maior parte corresponde aos grupos de doces (64 itens), pizzas, salgados e sanduíches (47 itens) e panificados (45 itens), de forma que estes grupos contribuem com 0,625%, 1,414% e 1,032% do total de alimentos consumidos (em massa) em Brasília. A soma do consumo total de todos os itens não incluídos nas estimativas de GEE é igual a 137,93 kg, equivalente a 3,601% de toda a massa de alimentos consumidos. A relação completa de itens desconsiderados por grupo de alimentos, incluindo a respectiva quantidade está disponível no Anexo F.

É importante salientar que a maior parte dos itens desconsiderados por falta de informações consiste em alimentos preparados a partir da mistura de vários ingredientes, ou alimentos ultraprocessados, como bolos, biscoitos, pães e sanduíches diversos. Alguns itens foram incluídos na análise por meio de estimativas utilizando processos produtivos semelhantes, como no caso de batata e mandioca. As bases de dados utilizadas não continham inventários específicos para a produção de mandioca, no entanto, considerou-se que a referida produção é semelhante à da batata

Quanto à aplicação da ACV, a definição dos limites dos sistemas também possui suas limitações. Dada a diversidade e complexidade dos processos produtivos dos alimentos incluídos na análise, os limites dos sistemas foram definidos de forma generalista, incluindo desde os procedimentos pré-fazenda (como produção de insumos, fertilizantes, preparo do solo, etc.) até o transporte para a distribuição. Portanto, não foram estimadas as emissões de GEE ao longo de todo o ciclo de vida dos produtos analisados, excluindo dos inventários relativos aos alimentos os estágios de distribuição, de consumo (atividades domiciliares) e o gerenciamento dos resíduos gerados no consumo.

Nesse contexto, o total de emissões por alimento apresentado neste trabalho consiste em uma estimativa subestimada do impacto em relação à mudança climática do consumo de alimentos em Brasília.

4.2.5 Gerenciamento de Resíduos Sólidos Domiciliares

O gerenciamento de RSD consiste em uma das etapas com grande impacto para as emissões de GEE, uma vez que é uma das principais fontes de emissões de CH₄ e CO₂, e a sua disposição é responsável por 84% do valor total das emissões relacionadas à sua gestão (ISWA, 2012).

Além disso, o setor de resíduos é um dos principais contribuintes para as emissões de GEE diferentes de CO₂, representando cerca de 15% das emissões (YUSUF *et al.*, 2012).

Entretanto, conforme a subseção 4.2.1, não foi possível incluir o gerenciamento de RSD nos limites dos sistemas relativos aos alimentos consumidos em Brasília, visto que a taxa de geração de resíduos sólidos no preparo e por meio do desperdício de alimentos ainda permanece desconhecida. Porém, realizou-se a estimativa geral da contribuição do gerenciamento da fração orgânica de RSD em Brasília e esta seção tem como objetivo descrever a metodologia aplicada para tal fim.

Assim como para análise dos impactos da produção de alimentos, para o gerenciamento de RSD foi aplicada a metodologia de ACV, conforme as normas ISO 14040 (2006a) e ISO 14044 (2006b).

4.2.5.1 Definição do escopo

Foi avaliado um recorte do atual cenário de gerenciamento dos RSU em Brasília, com enfoque no gerenciamento da fração orgânica dos RSD, daqui em diante descrita como resíduos sólidos orgânicos (RSO). A avaliação do cenário atual de gerenciamento compreende o transporte dos resíduos provenientes da coleta convencional de RSO em cada região administrativa (RA) da cidade até sua atual destinação (UTMB, unidades de transbordo ou aterro sanitário), bem como os processos relativos ao tratamento, à triagem, à transferência e ao aterramento realizados em cada unidade.

A unidade funcional foi definida como a quantidade em "toneladas de RSO gerenciadas" (t^{-1}).

Quanto aos limites do sistema, em geral, os estudos que utilizam da ACV realizam a avaliação do "berço ao túmulo", analisando desde a concepção do produto até a sua disposição final, de forma que o escopo, os limites e o nível de detalhamento variam de acordo com o assunto e os objetivos em questão. Neste trabalho, utilizou-se de uma abordagem definida por Ribeiro (2017) como "do portão ao túmulo", analisando desde a entrada do resíduo no sistema de tratamento (após o fim da coleta) até sua disposição final.

As entradas consideradas foram a quantidade de RSO gerenciada em cada uma das etapas de gerenciamento e o consumo de energia na forma de eletricidade e combustíveis fósseis (diesel) na operação das usinas, dos transbordos e do aterro sanitário, em conjunto com a demanda de combustível para o transporte dos RSO. Quanto às saídas, foram consideradas as emissões de

poluentes (CO₂, CH₄ e N₂O) em escala global. A Figura 4.3 ilustra os limites dos sistemas analisados, bem como as entradas e saídas.

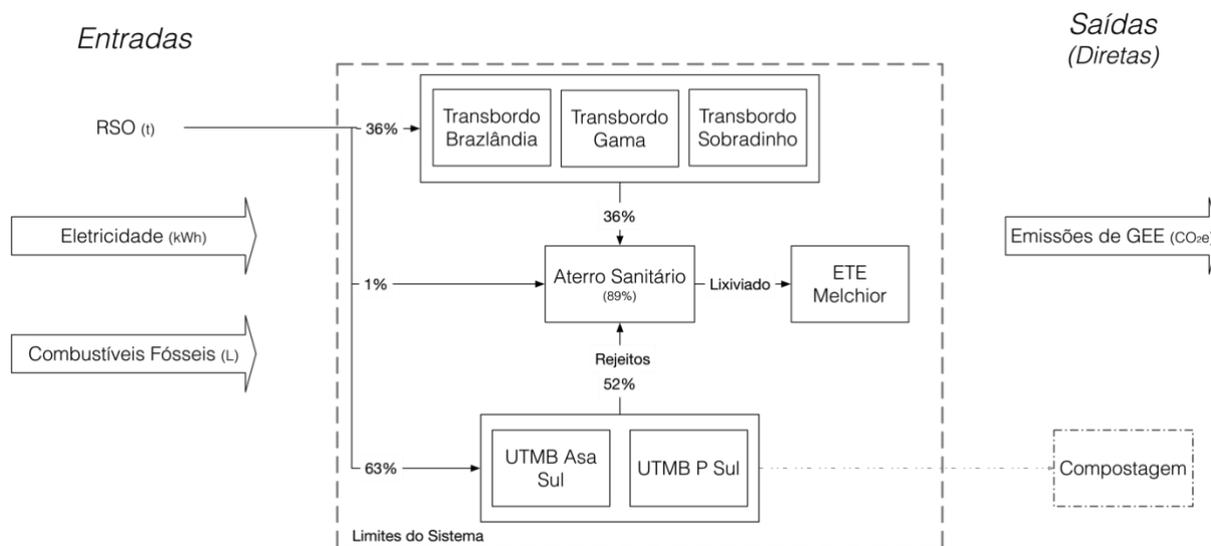


Figura 4.3: Limites definidos para o sistema de gerenciamento de RSO.

4.2.5.2 Inventário de Ciclo de Vida

Para construção do ICV buscou-se utilizar fatores de emissão e de consumo energético (eletricidade e combustível fóssil) que retratassem com a maior fidelidade possível a realidade do gerenciamento de RS em Brasília. Os fatores utilizados foram obtidos com base em estudos semelhantes e bases de dados globais e locais existentes. A Tabela 4.4 apresenta a relação de todos os fatores utilizados para a construção do ICV.

A construção do inventário se deu a partir da análise de cada etapa do gerenciamento dos RSO coletados no DF, desde seu transporte até a disposição final, contemplando os processos de tratamento realizados em cada unidade componente do sistema de gerenciamento integrado de gerenciamento de resíduos sólidos do DF.

4.2.5.2.1 Consumo de Combustíveis Fósseis – Diesel

Na construção do ICV foram realizadas estimativas de consumo de combustíveis fósseis em todas as etapas do gerenciamento, desde o transporte dos RSO coletados até a disposição final. Para as estimativas de consumo de combustível no transporte dos RSO de Brasília, considerou-se que o transporte é dividido em três etapas: (1) o transporte desde o fim dos circuitos de coleta

– que tem como ponto de início o centro de massa da RA – até a unidade de transbordo ou tratamento (

Figura 4.4, Tabela 4.3), (2) da unidade de destino até o aterro sanitário e (3) o transporte dos subprodutos gerados nas unidades de gerenciamento até a unidade de processamento destes subprodutos, caso haja. Essa segregação do transporte dos resíduos foi feita devido às diferenças nas características dos caminhões utilizados em cada trecho, que implicam em fatores de consumo de combustível diferentes (MERRILD; LARSEN; CHRISTENSEN, 2012). Considerou-se que o transporte dos RSO é realizado em conjunto com os RSD. Para estimativa do impacto correspondente ao transporte dos RSO na construção do ICV, multiplicou-se o resultado dos impactos do transporte dos RSD pela fração correspondente aos RSO (37,33% - SLU, 2016).

Os caminhões utilizados para o trecho 1 do transporte são caminhões compactadores, com capacidade de 19 m³, enquanto os utilizados nos trechos 2 e 3 são carretas de maior porte (27 m³) e que possuem menor consumo de combustível, por não realizarem compactação dos resíduos.

Também se assumiu que o consumo de combustíveis é função da distância percorrida pelo caminhão e da massa de resíduos e/ou rejeitos transportada. Dessa forma, a estimativa de consumo energético na forma de diesel no transporte de RSD foi estimada conforme a equação 4.6.

$$C_{transporte} = (1 + \alpha) * \left(f_1 * \sum_{trecho\ 1} P_i * D_{ij} + f_2 * \left(\sum_{trecho\ 2} P_j * D_j + \sum_{trecho\ 3} S_j * D_k \right) \right) \quad 4.6$$

Onde:

$C_{transporte}$ é o consumo total de diesel no transporte (L/ano); α é o fator de proporcionalidade do consumo de combustível no trajeto de volta, com o caminhão vazio, considerado igual a 0.5; f_1 é o fator de consumo de combustível do caminhão compactador (L/t.km); f_2 é o fator de consumo de combustível da carreta de grande porte (L/t.km); P_i é o total de RSD coletados na i -ésima RA (t/ano); D_{ij} é a distância entre a RA i e a unidade de destino j (km); P_j é a soma das saídas de RSD e rejeitos transportados para o ASB a partir da j -ésima unidade de gerenciamento (t/ano); D_j é a distância entre a j -ésima unidade gerenciamento até o aterro sanitário (km); S_j é a quantidade de subprodutos produzidos na j -ésima unidade de gerenciamento (t/ano); D_k é a

distância entre a j-ésima unidade de gerenciamento, onde há produção do subproduto, e o local de destinação do subproduto (km).

Além disso, para a estimativa das saídas das unidades de transbordo, foi definido que não há triagem por meio de catadores de materiais recicláveis nestas estações, para fins de simplificação da análise. Dessa forma, a quantidade de resíduos que saem destas unidades é igual à quantidade de entrada.

Também foi avaliado o consumo de diesel nas operações de transferência, tratamento e disposição final dos rejeitos. A equação 4.7 apresenta a expressão utilizada para essa estimativa.

$$C_{\text{operação}} = \sum_{\text{unidades}} f_j * P_t \quad 4.7$$

Onde:

$C_{\text{operação}}$ é o consumo total de diesel nas operações das unidades de gerenciamento em cada cenário (L/ano); f_j é o fator de consumo de combustível específico de cada unidade (L/t); P_t é a quantidade de resíduos gerenciada em cada unidade (t/ano);

Assim, a partir dos resultados das estimações de consumo de diesel no transporte e na operação das unidades de gerenciamento é possível estimar o consumo total de combustível fóssil em cada cenário. A expressão utilizada para isso é mostrada na equação 4.8.

$$C_{\text{total}} = C_{\text{transporte}} + C_{\text{operação}} \quad 4.8$$

Onde:

C_{total} é o consumo total de diesel em cada cenário (L/ano); $C_{\text{transporte}}$ é o consumo de diesel no transporte de RSD e rejeitos (L/ano); $C_{\text{operação}}$ é o consumo de diesel na operação das unidades de gerenciamento (L/ano);

Tabela 4.3: Distâncias de transporte e transferência de RSD em Brasília.
Fonte: Silva, Contreras e Bortoleto (2021).

Deslocamento	Distância (km)	Deslocamento	Distância (km)
Plano Piloto - UTMB Asa Sul	9,41	Candangolândia - UTMB Asa Sul	6,54
Gama - Transbordo Gama	2,35	Águas Claras - UTMB P Sul	15,44
Taguatinga - UTMB P Sul	10,94	Riacho Fundo II - Transbordo Gama	12,96
Brazlândia - Transbordo Brazlândia	2,80	Sudoeste/Octogonal - UTMB Asa Sul	8,56
Sobradinho - Transbordo Sobradinho	2,50	Varjão - UTMB Asa Sul	19,69
Planaltina - Transbordo Sobradinho	19,21	Park Way - UTMB Asa Sul	11,75

Paranoá - Transbordo Sobradinho	32,25	SCIA/Estrutural - UTMB P Sul	19,02
Núcleo Bandeirante - UTMB Asa Sul	9,21	Sobradinho II - Transbordo Sobradinho	9,27
Ceilândia - UTMB P Sul	4,32	Jardim Botânico - UTMB Asa Sul	19,12
Guará - UTMB Asa Sul	8,25	Itapoã - Transbordo Sobradinho	15,42
Cruzeiro - UTMB Asa Sul	8,66	SIA - UTMB Asa Sul	12,09
Samambaia - ASB	10,66	Vicente Pires - UTMB P Sul	15,43
Santa Maria - Transbordo Gama	7,55	Fercal - Transbordo Sobradinho	17,69
São Sebastião - Transbordo Sobradinho	39,00	Transbordo Brazlândia - ASB	37,85
Recanto das Emas - Transbordo Gama	16,05	Transbordo Gama - ASB	25,86
Lago Sul - UTMB Asa Sul	9,73	Transbordo Sobradinho - ASB	57,14
Riacho Fundo - Transbordo Gama	18,60	UTMB Asa Sul - ASB	34,99
Lago Norte - UTMB Asa Sul	20,58	UTMB P Sul - ASB	14,10

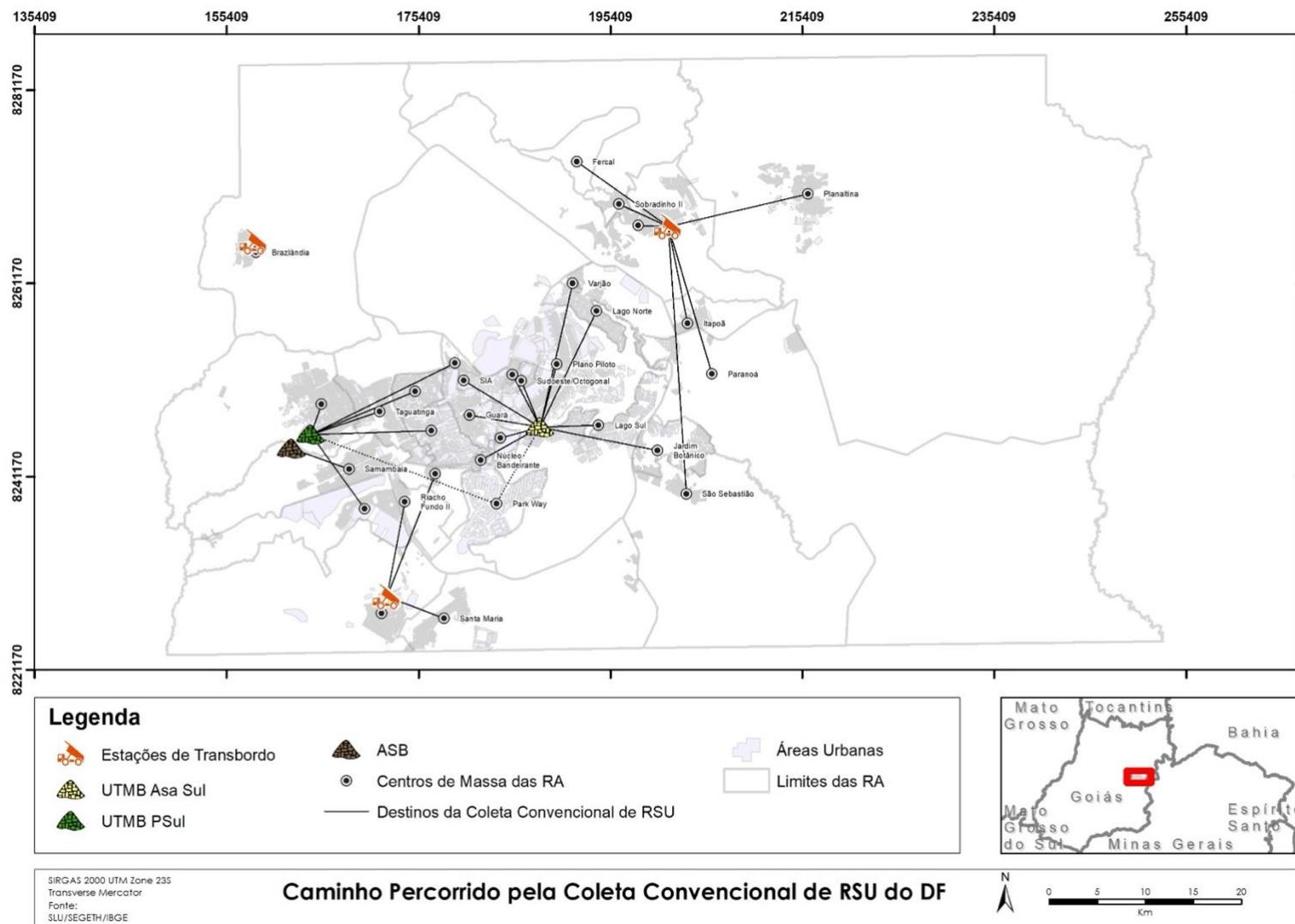


Figura 4.4: Atuais destinos da coleta convencional de RSD em Brasília

4.2.5.2.2 Consumo de Eletricidade

Assim como as entradas de energia no sistema na forma de combustíveis fósseis, as entradas de energia na forma de eletricidade foram estimadas para cada unidade de gerenciamento, além do consumo de energia elétrica no tratamento do lixiviado produzido no aterro sanitário realizado na Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) Melchior. A equação 4.9 foi utilizada para estimativa do consumo total de energia elétrica em cada cenário de gerenciamento proposto.

$$C_{eletricidade} = \sum_{unidades} f_{ce} * P_t \quad 4.9$$

Onde:

$C_{eletricidade}$ é o consumo total de energia elétrica em cada cenário de gerenciamento (kWh/ano); f_{ce} é o consumo específico de eletricidade em cada unidade avaliada (kWh/t)¹; P_t é o quantitativo de resíduos gerenciados na unidade (t/ano)².

4.2.5.2.3 Emissões de Poluentes Atmosféricos

A emissão de poluentes atmosféricos foi avaliada em função (i) da produção de energia elétrica para o Sistema Interligado Nacional (SIN), (ii) da queima de diesel nos motores dos veículos de transporte e de operação das unidades de transbordo, tratamento e disposição final, (iii) da produção de metano por meio da degradação da matéria orgânica disposta no aterro sanitário, e (iv) do tratamento do lixiviado na ETE.

A estimativa das quantidades de gases de efeito estufa (GEE), expressos em quantidade de dióxido de carbono (CO₂) equivalente, liberados para a atmosfera por meio da produção de energia elétrica foi realizada com base no fator de emissão obtido pelo método da análise de despacho do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) do Governo Federal (BRASIL, 2017) e dos resultados obtidos com a Equação 14.10 segundo a Equação 4.9.

¹ Para o consumo de eletricidade na ETE, a unidade do f_{ce} é kWh/m³ de lixiviado.

² Para a ETE, o P_t se refere ao volume total de lixiviado produzido (m³/ano).

$$E_e = e * C_{eletricidade} \quad 4.10$$

Onde:

E_e é a emissão de CO₂ devido à produção de energia elétrica para o SIN (kg/ano); e é o fator de emissão específico da produção de energia elétrica (kg/kWh); $C_{eletricidade}$ é o consumo total de energia elétrica em cada cenário avaliado (kWh/ano).

Para estimar as emissões de poluentes em função da queima de diesel nos motores dos veículos de transporte e ferramentas de operação, foi utilizada a Equação 4.11. A avaliação da liberação de GEE para a atmosfera por meio da combustão combustível fóssil em motores do ciclo diesel utilizados se deu em termos de três gases: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (NO₂).

$$E_i = \beta_i * C_{total} \quad 4.11$$

Onde:

E_i é a emissão do poluente i (kg/ano); β_i é o fator de emissão específica do poluente i (kg/L de diesel); C_{total} é o consumo total de diesel em cada cenário (L/ano).

Para avaliação das emissões de biogás no aterro, o modelo de predição de Primeira Ordem Decaimento (IPCC, 2006) foi aplicado com a finalidade de fornecer valores conservadores de geração e também permitir a inclusão de variáveis adicionais características da área de estudo, como quantidade e composição de RSD aterrados, taxas de precipitação e temperatura. O modelo é baseado na equação de decaimento de primeira ordem (Equação 4.12), a qual estima as emissões anuais durante um período de tempo específico.

$$Emissões_{CH_4} = \varphi * (1 - f) * GWP_{CH_4} * (1 - OX) * \frac{16}{12} * F * COD_f * FCM * \sum_{x=1}^y \sum_j W_{x,j} * COD_j * e^{-k(y-x)} * (1 - e^{-kj}) \quad 4.12$$

Onde (i) “ φ ” corresponde a um fator de correção para contabilizar as incertezas do modelo (0.9); (ii) “ f ” à fração de CH₄ capturada e queimada, “GWP” ao potencial de aquecimento global do CH₄; (iii) “OX” representa o fator de oxidação; (iv) “ F ” equivale à fração em volume de CH₄ no biogás, enquanto (v) “FCM” representa o potencial de produção de CH₄. A variável “COD_f” indica a fração de carbono que é disponível para a decomposição bioquímica de RSO, estimada assumindo uma temperatura média padrão de 35°C na região anaeróbia do aterro sanitário (IPCC, 2006) e “COD_j” corresponde à fração biodegradável de carbono por categoria dos resíduos sólidos (j) – kg de Carbono em kg de RSO.

Quanto ao lixiviado produzido no ASB por meio da degradação da matéria orgânica aterrada, o mesmo é encaminhado para a ETE Melchior, onde é misturado com esgotos sanitários provenientes das RA Taguatinga, Ceilândia, Águas Claras e Samambaia e tratado por meio de processo anaeróbio em um reator anaeróbio de fluxo ascendente seguido pela degradação em um reator aeróbio (CAESB, 2018).

Nesse sentido a contribuição de emissões de metano na ETE Melchior foi realizada conforme fator específico de emissão estimado por Parravicini *et al.* (2016) e segundo a Equação 4.13.

$$E_{ETE} = e_{ETE} * V_{lix} \quad 4.13$$

Onde:

E_{ETE} é a emissão de metano na ETE Melchior em função do tratamento do lixiviado (kg/ano); e_{ETE} é o fator de emissão específica de metano na ETE (kg/L de $diesm^3$ de lixiviado); V_{lix} é o volume total de lixiviado encaminhado para tratamento (m^3/ano).

4.2.5.2.4 Avaliação de Impactos do Ciclo de Vida

A avaliação de impactos do ciclo de vida (AICV) foi realizada segundo a metodologia recomendada no CML 2000 (GUINÉE *et al.*, 2001), avaliando a categoria de impacto mudança climática global (aquecimento global). Foi utilizado o GWP100, referente ao potencial de aquecimento global em um horizonte de tempo de 100 anos e os fatores de conversão dos GEE analisados para a unidade padrão de análise (kg CO_2e) constam na Tabela 4.4.

Tabela 4.4: Fatores de consumo energético e de emissões utilizados na construção do ICV do gerenciamento de RSO.

	Unidade	Valor	Fonte
Transporte			
Fator de consumo de diesel – caminhão compactador	L/t.km	0,15	(MERRILD; LARSEN; CHRISTENSEN, 2012)
Fator de consumo de diesel – carreta (27 m ³)	L/t.km	0,03	(MERRILD; LARSEN; CHRISTENSEN, 2012)
Estações de transbordo			
Consumo de eletricidade	kWh/t	1,0	(MERRILD; LARSEN; CHRISTENSEN, 2012)
Consumo de diesel	L/t	0,4	(MERRILD; LARSEN; CHRISTENSEN, 2012)
UTMB			
Consumo de eletricidade	kWh/t	25	(MERRILD; LARSEN; CHRISTENSEN, 2012)
Consumo de diesel	L/t	3,4	(MERRILD; LARSEN; CHRISTENSEN, 2012)
Aterro sanitário			
Consumo de eletricidade	kWh/t	0,618	(LEME, 2010)
Consumo de diesel	L/t	0,293	(LEME, 2010)
Produção de lixiviado	m ³ /ano	228,99	(SLU, 2018b)
DBO ₅ do lixiviado	kg/m ³	12,6	(SLU, 2018b)
ETE			
Consumo de eletricidade	kWh/m ³	15	
Emissões de CH ₄ para a atmosfera	g CH ₄ /kg DBO ₅	4,022	(PARRAVICINI; SVARDAL; KRAMPE, 2016)
Energia			
<i>Eletricidade</i>			
Emissões de CO ₂ na geração de eletricidade	kg CO ₂ /kWh	0,5882	(BRASIL, 2017)
<i>Queima de diesel</i>			
Emissões de CO ₂	kg/L	2,86	(BRASIL, 2011)
Emissões de CH ₄	kg/L	2,09	(BRASIL, 2011)
Emissões de N ₂ O	g/L	0,105	(BRASIL, 2011)
Fatores de equivalência (mudanças climáticas – GWP100)			
CO ₂ para CO _{2e}	kg/kg	1	(IPCC, 2014b)
CH ₄ para CO _{2e}	kg/kg	28	(IPCC, 2014b)
N ₂ O para CO _{2e}	kg/kg	265	(IPCC, 2014b)

4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir da ACV, os resultados de emissões de GEE foram agregados por indivíduo e por domicílio. Foi conduzida uma análise de variância (ANOVA) para comparar os diferentes grupos, conforme as variáveis socioeconômicas selecionadas. Os fatores utilizados na ANOVA foram a situação do domicílio (rural ou urbano), o tipo de residência (casa, apartamento ou outros), a faixa etária dos respondentes e a renda disponível *per capita*. Foi utilizado o nível de significância de 5%.

Para as médias que foram consideradas estatisticamente diferentes, aplicou-se teste de Tukey com nível de confiança 95%, com o objetivo de comparar os pares de grupos e verificar quais apresentavam diferenças entre si.

Com o objetivo de avaliar a influência de cada grupo de alimentos nas variações do total de emissões por indivíduo e por domicílio, construiu-se uma matriz de correlação.

Todas as análises estatísticas deste trabalho foram realizadas no software *RStudio 3.6.1*.

distribuição da população por faixas de idade e sexo para Brasília, para o ano de referência 2018.

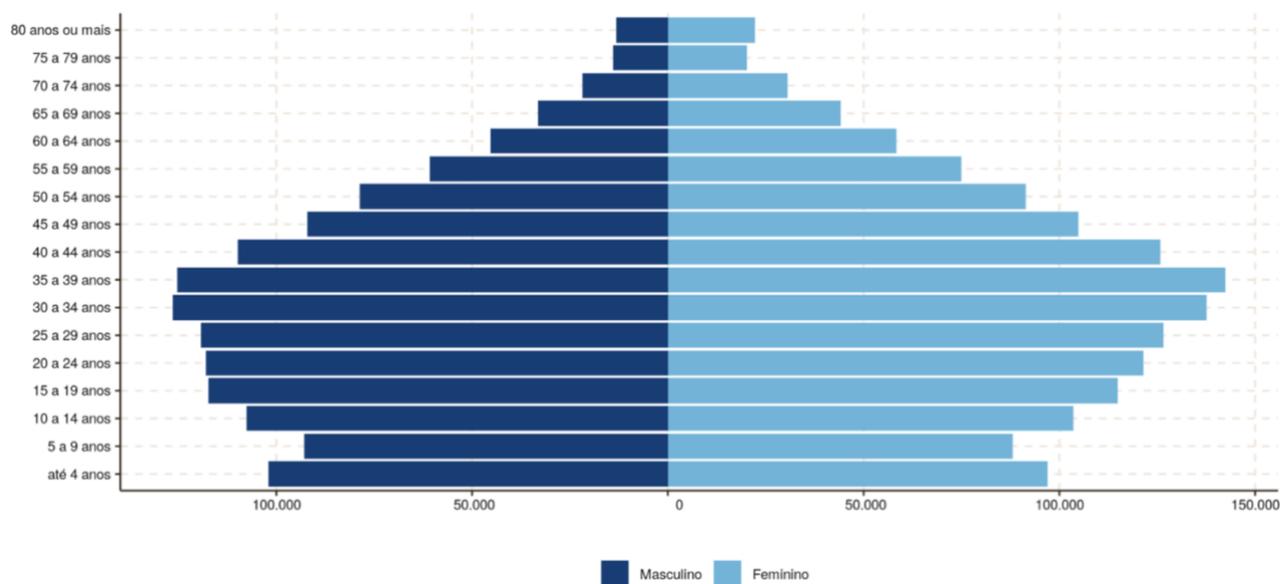


Figura 5.2: Distribuição da população por faixas de idade e sexo para Brasília, para o ano de referência 2018. Fonte: (CODEPLAN, 2019)

Ainda segundo a PDAD 2018, a maior parcela da população é constituída por mulheres, com 52,2%. O percentual de indivíduos do sexo feminino é maior para todos os grupos de renda definidos pela PDAD, com aproximadamente 52% de ocorrência.

Em relação à distribuição de renda, a maior parte da população de Brasília (32%) se encontra na faixa de rendimento familiar entre 2 e 5 salários-mínimos, seguida pelas faixas com rendimento mensal maior que 1 e menor que 2 salários-mínimos (20%), entre 5 e 10 salários-mínimos (17,6%), mais de 10 a 20 salários-mínimos (12,5%), até 1 salário-mínimo (10,8%) e mais de 20 salários mínimos (6,9%) (CODEPLAN, 2019).

Quanto ao tipo de domicílio, a população de Brasília está majoritariamente concentrada em casas (69%) e apartamentos (28,6%). Os demais tipos de moradias contabilizam apenas 2,4%, entre cômodos e quitinetes/estúdios (CODEPLAN, 2019). Segundo dados do Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2010), a população urbana de Brasília é de 96,6%, com um total de 2.975.164 habitantes em centros urbanos atualmente (IBGE, 2021).

Tabela 5.1: Estimativa populacional, por RA e rendimento *per capita* (R\$) – 2018.
Adaptado de CODEPLAN (2019)

Região Administrativa	Estimativa populacional		Rendimento <i>Per Capita</i>		Região Administrativa	Estimativa populacional		Rendimento <i>Per Capita</i>	
	Quantidade	%	R\$	Quantidade		%	R\$		
Lago Sul	29.754	1,03	8.322,81	Candangolândia	16.489	0,57	1.434,56		
Sudoeste/Octogonal	53.770	1,87	7.131,45	São Sebastião	115.256	4,00	1.374,54		
Plano Piloto	221.326	7,68	6.749,79	Riacho Fundo	41.410	1,44	1.321,23		
Lago Norte	33.103	1,15	6.439,70	Planaltina	177.492	6,16	1.139,38		
Park Way	20.511	0,71	5.945,64	Brazlândia	53.534	1,86	1.129,13		
Jardim Botânico	26.449	0,92	5.846,12	Ceilândia	432.927	15,02	1.125,06		
Águas Claras	161.184	5,59	4.418,06	Samambaia	232.893	8,08	997,09		
SIA	1.549	0,05	3.800,18	Santa Maria	128.882	4,47	990,85		
Cruzeiro	31.079	1,08	3.749,44	Itapoã	62.208	2,16	931,90		
Guará	134.002	4,65	3.688,63	Recanto Das Emas	130.043	4,51	859,54		
Vicente Pires	66.491	2,31	2.978,59	Varjão	8.802	0,31	840,58		
Núcleo Bandeirante	23.619	0,82	2.376,50	Paranoá	65.533	2,27	829,58		
Sobradinho II	85.574	2,97	2.353,59	Fercal	8.583	0,30	816,29		
Taguatinga	205.670	7,14	2.211,60	Riacho Fundo li	85.658	2,97	803,09		
Sobradinho	60.077	2,08	2.128,37	SCIA	35.520	1,23	573,34		
Gama	132.466	4,60	1.604,06						
Brasília	2.881.854	100,00	2.481,37						

Em se tratando do consumo de alimentos, segundo a Pesquisa de Orçamentos Familiares (IBGE, 2020), do total das despesas dos brasilienses com alimentação, 59,4% é referente à alimentação no domicílio. Este percentual varia conforme a faixa de renda familiar dos entrevistados, podendo ser de 49,1% para famílias com renda elevada (mais de R\$23.850,00) até 75,3% para famílias com renda entre R\$1.908,00 e R\$2.862,00. A Tabela 5.2 contém os detalhes da distribuição da despesa com alimentação, segundo as classes de renda em Brasília.

Tabela 5.2: Distribuição da despesa monetária e não monetária média mensal familiar, com alimentação, por classes de rendimento total e variação patrimonial mensal familiar, segundo os tipos de despesa em Brasília para o período de referência entre 2017 e 2018.

Fonte: Adaptado de IBGE (2020) (Continua)

Tipos de despesa	Distribuição da despesa monetária e não monetária média mensal familiar, com alimentação (%)							
	Total	Classes de rendimento total e variação patrimonial mensal familiar (R\$) (1)						
		Até 1 908 (2)	Mais de 1 908 a 2 862	Mais de 2 862 a 5 724	Mais de 5 724 a 9 540	Mais de 9 540 a 14 310	Mais de 14 310 a 23 850	Mais de 23 850
Despesas com alimentação	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Alimentação no domicílio	59,4	71,7	75,3	68,9	63,6	61,8	55,7	49,1
Cereais, leguminosas e oleaginosas	2,1	4,5	4,1	2,3	2,5	1,3	1,7	1,6
Arroz	0,9	3,0	2,6	1,4	1,5	0,6	0,4	0,3
Feijão	0,4	0,9	1,1	0,5	0,6	0,3	0,3	0,3
Orgânicos	-	-	-	-	-	-	-	-
Outros	0,7	0,6	0,4	0,5	0,4	0,3	1,1	1,0
Farinhas, féculas e massas	1,7	1,6	2,1	2,3	1,7	1,5	1,1	1,9
Macarrão	0,3	0,5	0,9	0,6	0,5	0,2	0,2	0,2
Farinha de trigo	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Farinha de mandioca	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
Outras	1,3	0,9	1,0	1,5	1,1	1,2	0,8	1,6
Tubérculos e raízes	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	0,6	0,5	0,6
Batata inglesa	0,3	0,4	0,5	0,4	0,5	0,2	0,2	0,1
Cenoura	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
Mandioca	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1
Outros	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,3
Açúcares e derivados	2,6	3,9	2,8	3,3	2,4	2,1	2,4	2,5
Açúcar refinado	0,1	0,0	-	0,1	0,2	0,1	0,0	0,1
Açúcar cristal	0,3	0,7	0,5	0,5	0,4	0,1	0,1	0,1
Light e diet	0,1	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2
Outros	2,2	3,1	2,3	2,8	1,8	1,9	2,1	2,1
Legumes e verduras	1,9	3,1	2,1	2,0	2,6	1,4	2,3	1,5
Tomate	0,6	0,6	0,7	0,6	0,9	0,4	0,7	0,4
Cebola	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
Alface	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2
Outros	1,0	1,8	0,9	0,9	1,3	0,6	1,2	0,7
Frutas	3,1	4,2	3,5	3,3	3,9	2,4	2,7	3,0

Tipos de despesa	Distribuição da despesa monetária e não monetária média mensal familiar, com alimentação (%)							
	Total	Classes de rendimento total e variação patrimonial mensal familiar (R\$) (1)						
		Até 1 908 (2)	Mais de 1 908 a 2 862	Mais de 2 862 a 5 724	Mais de 5 724 a 9 540	Mais de 9 540 a 14 310	Mais de 14 310 a 23 850	Mais de 23 850
Banana	0,8	0,9	0,8	1,0	1,2	0,5	0,8	0,7
Laranja	0,3	0,3	0,2	0,4	0,5	0,4	0,2	0,2
Maçã	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,3
Outras frutas	1,7	2,4	2,2	1,5	1,9	1,3	1,5	1,8
Carnes, vísceras e pescados	9,2	13,8	12,3	12,2	10,8	9,2	5,8	7,6
Carne de boi de primeira	3,1	1,9	1,8	3,3	3,0	3,4	2,2	3,9
Carne de boi de segunda	1,3	3,2	3,2	2,5	1,6	1,6	0,5	0,4
Carne de suíno	0,8	1,7	1,7	0,6	1,3	1,0	0,5	0,3
Carnes e peixes industrializados	2,0	3,4	2,8	2,6	2,3	1,8	1,6	1,6
Pescados frescos	0,7	0,8	0,8	0,9	0,6	0,3	0,4	1,0
Outros	1,2	2,8	2,0	2,3	1,9	1,2	0,5	0,3
Aves e ovos	3,1	4,9	4,4	4,5	4,3	2,5	2,2	2,1
Frango	2,1	3,6	3,6	3,3	2,8	1,8	1,3	1,4
Ovo de galinha	0,7	1,1	0,6	1,0	1,0	0,6	0,7	0,5
Orgânicos	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
Outros	0,2	0,2	0,1	0,2	0,5	0,2	0,2	0,2
Leites e derivados	5,4	5,3	6,5	5,9	6,6	4,6	5,4	4,9
Leite de vaca	1,4	2,5	2,8	2,0	1,9	1,4	0,8	0,8
Leite em pó	0,2	0,1	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
Queijos	1,7	0,6	0,9	1,4	2,2	1,1	2,3	1,9
Light e diet	0,3	0,2	0,0	0,1	0,2	0,2	0,4	0,5
Orgânicos	0,0	0,1	-	0,0	0,0	-	0,0	0,1
Outros	1,8	1,9	2,3	2,1	2,1	1,6	1,6	1,5
Panificados	6,1	6,9	7,6	7,4	7,4	5,8	5,9	4,6
Pão francês	2,1	2,9	2,7	2,7	3,3	1,8	1,8	1,4
Biscoito	1,4	2,1	1,7	2,1	1,6	1,5	1,4	0,9
Light e diet	0,1	-	0,1	0,1	0,3	0,0	0,1	0,1
Outros panificados	2,4	2,0	3,1	2,5	2,3	2,5	2,6	2,1
Óleos e gorduras	1,0	1,1	1,8	1,2	1,0	0,6	0,8	0,9
Óleo de soja	0,3	0,7	0,6	0,4	0,5	0,4	0,3	0,2
Azeite de oliva	0,4	0,3	0,8	0,4	0,2	0,2	0,4	0,6
Outros	0,2	0,1	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2
Bebidas e infusões	5,8	7,8	6,8	6,2	5,9	5,6	5,5	5,5
Café moído	1,1	2,0	2,0	1,5	1,3	1,2	0,6	0,8
Refrigerantes	1,0	1,5	1,5	1,3	1,5	0,6	1,3	0,7
Bebidas não alcoólicas light e diet	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0	-	0,1
Cervejas e chopes	1,8	2,9	1,7	1,9	0,9	1,9	2,3	1,7
Outras bebidas alcoólicas	0,4	-	0,3	0,3	0,1	0,4	0,1	0,7
Outras	1,5	1,4	1,5	1,2	2,0	1,5	1,2	1,5
Enlatados e conservas	0,7	0,4	0,6	0,7	1,1	0,4	0,9	0,5
Sal e condimentos	1,2	2,0	1,6	1,7	1,5	0,8	1,1	0,9
Massa de tomate	0,1	0,0	0,3	0,1	0,0	0,1	0,2	0,0
Maionese	0,1	0,0	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
Sal refinado	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Outros	1,0	1,9	1,1	1,4	1,3	0,7	0,9	0,8
Alimentos preparados	2,2	1,2	2,8	2,1	3,1	1,4	1,9	2,5
Outros alimentos	12,6	10,1	15,2	12,9	7,9	21,5	15,5	8,5

Tipos de despesa	Distribuição da despesa monetária e não monetária média mensal familiar, com alimentação (%)							
	Total	Classes de rendimento total e variação patrimonial mensal familiar (R\$) (1)						
		Até 1 908 (2)	Mais de 1 908 a 2 862	Mais de 2 862 a 5 724	Mais de 5 724 a 9 540	Mais de 9 540 a 14 310	Mais de 14 310 a 23 850	Mais de 23 850
Alimentação fora do domicílio	40,6	28,3	24,7	31,1	36,4	38,2	44,3	50,9
Almoço e jantar	29,9	19,8	18,6	21,4	28,3	25,6	33,3	38,5
Café, leite, café/leite e chocolate	0,3	0,1	0,4	0,3	0,5	0,3	0,2	0,3
Sanduíches e salgados	3,6	3,4	2,4	3,9	3,1	4,2	3,1	4,0
Refrigerantes e outras bebidas não alcoólicas	0,8	0,8	0,7	0,9	0,7	0,8	0,7	0,8
Lanches	2,6	0,8	1,2	2,3	1,7	3,5	3,5	2,7
Cervejas, chopes e outras bebidas alcoólicas	1,4	2,1	0,8	1,2	1,2	3,0	1,7	0,7
Alimentação light e diet	0,0	-	-	0,0	-	-	0,1	-
Outras	2,0	1,2	0,6	1,1	0,7	0,9	1,7	3,9

Em relação ao gerenciamento de resíduos sólidos urbanos (RSU), desde a década de 1960, Brasília foi caracterizada, principalmente, pela disposição final realizada no segundo maior lixão a céu aberto em operação no mundo (SLU, 2018a).

Em janeiro de 2017, foi inaugurado o primeiro aterro sanitário da capital federal, o Aterro Brasília (ASB), com área de aterramento igual a 32 hectares e capacidade para atender toda a população durante 13 anos. Um ano após a abertura do aterro, em janeiro de 2018 as atividades no lixão foram encerradas, permitindo apenas o descarte de resíduos de construção civil (SLU, 2018a).

O total de RSD coletados pelo Serviço de Limpeza Urbana (SLU) de Brasília em 2017 foi de 810.339 toneladas (t) (SLU, 2018a). Isso resulta em uma geração diária de 2.649 t de resíduos sólidos não segregados e 97 t de coleta seletiva para reciclagem (3,5%). A coleta convencional de resíduos é dividida entre as estações de transferência existentes localizadas na Asa Sul (RA Plano Piloto) e nas RA Sobradinho, Gama e Brazlândia e entre as Usinas de Tratamento Mecânico-Biológico (UTMB) de Ceilândia (localizadas no Setor P Sul) e Asa Sul. A distribuição geográfica da atual infraestrutura de gestão de RSU em Brasília, incluindo os destinos dos RSD coletados, é mostrada na Figura 4.4.

A UTMB da Asa Sul processa diariamente 169 t de RSD de 13 RA em proporções variáveis. Já unidade localizada no Setor P Sul recebe diariamente 575 t de resíduos provenientes da coleta realizada nas RA Ceilândia e Taguatinga, duas das mais populosas de Brasília (CODEPLAN, 2015; SILVA, 2017; SLU, 2018a).

Em Brasília, o sistema de coleta convencional de resíduos sólidos não abrange os grandes geradores de RS não perigosos, que são definidos pelo Decreto N° 37.568/2016 como “pessoas físicas ou jurídicas que produzam resíduos em estabelecimentos de uso não residencial, incluídos os estabelecimentos comerciais, os públicos, de prestação de serviço, os terminais rodoviários e aeroportuários, cuja natureza ou composição sejam similares às daquelas dos RSD e cujo volume diário de RS indiferenciado, por unidade autônoma, seja superior a 120 litros”. Os geradores que se enquadram nessa definição são responsáveis pelo gerenciamento dos seus RS (DISTRITO FEDERAL, 2016).

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Para compreensão dos resultados relativos às emissões de gases de efeito estufa (GEE) e avaliação dos principais fatores socioeconômicos relacionados às emissões, é preciso analisar o perfil dos indivíduos que compõem a amostra utilizada nesta pesquisa.

Conforme descrito na seção 4.1, após a remoção das respostas referentes a dias atípicos da Análise do Consumo Alimentar Pessoal publicada pela Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), a amostra utilizada neste trabalho incluiu dados de 843 indivíduos, em 353 domicílios.

A Tabela 6.1 contém as principais estatísticas descritivas da amostra utilizada.

Tabela 6.1: Estatísticas descritivas da amostra.

Variável	Agregação	Distribuição
Idade	Indivíduo	≤24: 26,10%; 25-34: 16,37%; 35-44: 17,56%; 45-54: 16,61%, 55-64: 12,46%; ≥65: 10,91%
Sexo	Indivíduo	M: 47,33%; F: 52,57%
Situação do domicílio	Indivíduo	Urbano: 86,24%; Rural: 13,76%
	Domicílio	Urbano: 87,82%; Rural: 12,18%
Tipo de residência	Indivíduo	Casa: 85,05%; Apartamento: 13,64%; Outros: 1,30%
	Domicílio	Casa: 80,45%; Apartamento: 17,28%; Outros: 2,27%
Renda familiar	Indivíduo	≤1 SM: 2,02%; 1-2 SM: 8,90%; 3-5 SM: 25,74%; 6-10 SM: 28,47%; ≥10 SM: 34,88%
	Domicílio	≤1 SM: 2,55%; 1-2 SM: 12,46%; 3-5 SM: 28,05%; 6-10 SM: 27,20%; ≥10 SM: 29,75%
Renda <i>per capita</i>	Indivíduo	≤1 SM: 18,86%; 1-2 SM: 31,91%; 3-5 SM: 29,89%; 6-10 SM: 12,93%; ≥10 SM: 6,41%
	Domicílio	≤1 SM: 18,41%; 1-2 SM: 28,61%; 3-5 SM: 29,75%; 6-10 SM: 14,45%; ≥10 SM: 8,78%

SM=salários-mínimos. Obs: o valor do salário-mínimo para o ano de 2017 (ano de referência dos dados) é de R\$937,00.

Observou-se que, quanto à idade, a maior parte dos respondentes possui até 24 anos (220 indivíduos, 26,10%). As faixas etárias 25-34 anos, 35-44 anos e 45-45 anos possuem distribuição similar, com 138 (16,37%), 148 (17,56%) e 140 (16,61%) indivíduos cada, respectivamente. A amostra contou com uma fração menor de indivíduos com idade mais avançada, com 105 entre 55 e 64 anos (12,46%) e 92 com mais de 65 anos (10,91%). A idade média dos indivíduos foi de 39,35 anos e a mediana igual a 39 anos.

Segundo a Pesquisa Distrital de Amostra de Domicílios (PDAD) aplicada no Distrito Federal em 2018 (CODEPLAN, 2019), a distribuição da população de Brasília é de 36,00% até 24 anos, 15,82% entre 25 e 34 anos, 16,47% entre 35 e 44 anos, 13,48% entre 45 e 54 anos, 9,38% entre 55 e 64 anos e 8,86% com 65 anos ou mais. A idade média dos respondentes da PDAD foi de 33 anos, com mediana 34.71 anos.

Assim, embora verifique-se diferença maior que 5% entre a amostra e a população de Brasília na proporção de indivíduos com menos de 24 anos, as demais faixas possuem relativa similaridade. Ademais, a amostra utilizada neste trabalho pode ser considerada heterogênea em termos de idade.

Quanto ao sexo, considerando dados da PDAD 2018, a distribuição dos indivíduos da amostra (F: 52,57%) aproxima-se da proporção da população de Brasília (F: 52,20%).

Em relação à situação do domicílio, a amostra é majoritariamente urbana, sendo que 727 indivíduos (86,24%) residem em 310 (87,82%) domicílios urbanos. Em relação à distribuição da população de Brasília, segundo o Censo 2010 do IBGE (IBGE, 2010), 96% da população da cidade reside em áreas urbanas.

A distribuição do tipo de domicílio também tem um grupo com forte dominância: as casas. São 717 indivíduos (85,05%) residentes em casas, com 115 (13,64%) que residem em apartamentos e 11 (1,30%) em outros tipos de domicílios (casa de cômodos, cortiços, etc.). Quando analisados os domicílios, o percentual de casas é pouco menor (80,45%), mas ainda dominante em relação aos apartamentos (61 ocorrências, 17,28%) e outros (8 ocorrências, 2,27%). Segundo a CODEPLAN (2019), a distribuição dos domicílios ocupados em Brasília tem como grupo predominante as casas, com 69,0%, seguida pelos apartamentos, com 28,6% da população. Os outros tipos de domicílios (quitinete/estúdio, casas de cômodos, cortiços, etc.) representam 2,4% da população da cidade.

Por fim, a distribuição dos indivíduos quanto à renda foi analisada segundo a renda total familiar e a renda domiciliar *per capita*. Enquanto a maior parte dos indivíduos (294 ocorrências, 34,88%), encontra-se em famílias com rendimento total maior que 10 salários-mínimos mensais, os domicílios são mais distribuídos. São 105 (29,75%) na maior faixa de renda, 99 (28,05%) entre 3 e 5 salários-mínimos e 96 (27,20%) entre 6 e 10 salários-mínimos.

Ao olhar para a população de Brasília, segundo a CODEPLAN (2019), a renda familiar média mensal está mais concentrada na faixa entre 2 e 5 salários-mínimos, com 32,0% do total. Em seguida, estão as faixas entre 1 e 2 salários (20,0%), mais de 10 salários (19,4%) e até 1 salário-mínimo (10,8%).

Por outro lado, quando a variável analisada passa a ser a renda *per capita*, a maior parte dos indivíduos está nas faixas entre 1 e 2 (269 indivíduos, 31,91%) e entre 3 e 5 salários-mínimos (252, 29,89%). Em relação aos domicílios, as duas faixas ainda são as predominantes, mas em ordem inversa. São 105 domicílios (29,75%) cuja renda média *per capita* está entre 3 e 5 salários-mínimos e 101 domicílios (28,61%) com renda entre 1 e 2 salários-mínimos.

A seguir serão apresentados e discutidos os resultados obtidos na caracterização do consumo de alimentos em Brasília.

6.2 CONSUMO DE ALIMENTOS

O consumo domiciliar total diário de alimentos ponderado para a população de Brasília, segundo os grupos de alimentos é apresentado na Tabela 6.2. Já em relação à média do consumo domiciliar *per capita* de alimentos pelos indivíduos da amostra, os resultados por categoria de alimentos estão contidos na Tabela 6.3.

Os resultados mostraram que o total consumido nos domicílios de Brasília em dias típicos é de 4.342,483 t diariamente. O principal grupo é o de bebidas, representando mais de 30% do total consumido. Salienta-se que, mesmo sem a inclusão do consumo de água no grupo de bebidas, este ainda constitui a maior fração do consumo alimentar em Brasília.

Dentro do grupo alimentar de bebidas, o subgrupo mais consumido é café, com 495,54 t (37,59% do grupo, 11,41% do total) consumidas, seguido por sucos, com 373,32 t (28,32% do grupo, 8,60% do total) e refrigerantes, com 194,98 t consumidas (14,79% do grupo, 4,49% do total).

Destaca-se também o consumo de cereais, carnes e leguminosas, com 11,444%, 11,324% e 10,389% do total de alimentos indicados na POF, respectivamente. Em relação aos cereais, a maior contribuição é do subgrupo arroz, com 417,97 t, 84,10% da categoria. Em seguida, aparece o subgrupo milho e preparações à base de milho, com 43,27 t (8,70% da categoria). Quanto às carnes, 36,24% do total do grupo correspondem à carne bovina, com 178,21 t consumidas. As aves e a carne suína também têm uma contribuição significativa neste grupo,

com 152,72 t (31,06% do grupo) e 51,74 t (10,52% do grupo), respectivamente. Em relação às leguminosas, feijão e preparações à base de feijão representam praticamente a totalidade do grupo, com 399,64 t (88,58%) e 38,391 t (8,51%), respectivamente. A relação completa da fração correspondente a cada subgrupo no total de alimentos consumidos está disponível no Anexo G.

Tabela 6.2: Consumo domiciliar diário de alimentos da população de Brasília.
Fonte: IBGE (2020)

Grupo de Alimentos	Consumo		Grupo de Alimentos	Consumo	
	t/dia	%		t/dia	%
Bebidas	1318,167	30,355	Oleaginosas (castanhas, nozes, amendoins)	4,741	0,109
Carnes	491,748	11,324	Óleos e gorduras	32,958	0,759
Cereais	496,971	11,444	Ovos	53,860	1,240
Doces	116,989	2,694	Panificados	207,241	4,772
Farinhas e massas	160,400	3,694	Pizzas, salgados e sanduíches	141,999	3,270
Frutas	289,080	6,657	Preparações mistas	5,790	0,133
Laticínios	219,803	5,062	Raízes e tubérculos	101,429	2,336
Legumes	56,050	1,291	Sopas e caldos	84,984	1,957
Leguminosas	451,146	10,389	Suplementos	3,030	0,070
Molhos e condimentos	3,089	0,071	Verduras	103,006	2,372

Tabela 6.3: Média diária de consumo domiciliar individual de alimentos por categoria.

Grupo de Alimentos	Consumo		Grupo de Alimentos	Consumo	
	Médio	kg/pessoa/dia		Médio	kg/pessoa/dia
Bebidas	1,907		Oleaginosas (castanhas, nozes, amendoins)	0,001	
Carnes	0,259		Óleos e gorduras	0,017	
Cereais	0,253		Ovos	0,025	
Doces	0,064		Panificados	0,107	
Farinhas e massas	0,085		Pizzas, salgados e sanduíches	0,076	
Frutas	0,145		Preparações mistas	0,004	
Laticínios	0,092		Raízes e tubérculos	0,050	
Legumes	0,034		Sopas e caldos	0,045	
Leguminosas	0,239		Suplementos	0,002	
Molhos e condimentos	0,002		Verduras	0,058	
Consumo médio total:			4,220 kg alimentos/pessoa/dia		

Foram analisadas também as variações na distribuição do consumo dos grupos de alimentos de acordo com variáveis sociodemográficas da amostra e os resultados são mostrados na Tabela 6.5.

Em se tratando dos resultados do consumo dos indivíduos, foi aplicada uma análise de variância para comparar as médias de cada categoria de alimentos em relação aos grupos formados pelas faixas de renda familiar, faixas de renda *per capita*, situação do domicílio,

tipo de residência, faixa etária e sexo. Foi utilizado o nível de significância de 5% para comparar os grupos. Os resultados são apresentados na Tabela 6.4.

Tabela 6.4: Resultados da ANOVA do consumo alimentar individual por grupo de alimentos segundo as variáveis sociodemográficas analisadas.

Grupo de alimentos	p-valor					
	Renda Familiar	Renda <i>per capita</i>	Situação	Tipo	Faixa Etária	Sexo
Bebidas	0,1936	0,2698	0,0923	0,1480	0,2796	0,0000*
Carnes	0,1121	0,1432	0,0437*	0,0707	0,2162	0,0000*
Cereais	0,0001*	0,0001*	0,0390*	0,0002*	0,6886	0,0000*
Doces	0,5566	0,3942	0,4223	0,4995	0,0403*	0,3032
Farinhas e massas	0,9298	0,1000	0,6440	0,7900	0,2061	0,7396
Frutas	0,1107	0,1287	0,2392	0,0740	0,0721	0,9771
Laticínios	0,0323*	0,0006*	0,0144*	0,0001*	0,1512	0,8636
Legumes	0,0587	0,0005*	0,0000*	0,0111*	0,0624	0,9812
Leguminosas	0,0000*	0,0000*	0,0140*	0,0167*	0,2199	0,0000*
Molhos e condimentos	0,6948	0,1256	0,6413	0,8631	0,1955	0,2265
Oleaginosas (castanhas, nozes, amendoins)	0,2072	0,0090*	0,3366	0,0005*	0,4276	0,2904
Óleos e gorduras	0,1228	0,0000*	0,8320	0,2361	0,2430	0,4959
Ovos	0,0530*	0,0102*	0,0060*	0,3854	0,4182	0,0282*
Panificados	0,7932	0,3068	0,4468	0,5332	0,3293	0,0010*
Pizzas, salgados e sanduíches	0,0000*	0,0000*	0,0084*	0,1767	0,0002*	0,0123*
Preparações mistas	0,0311*	0,0042*	0,6533	0,9468	0,1548	0,6228
Raízes e tubérculos	0,0057*	0,0017*	0,8790	0,1382	0,7407	0,7323
Sopas e caldos	0,2573	0,6077	0,0642	0,6823	0,0067*	0,6120
Suplementos	0,0903	0,4017	0,5375	0,0000*	0,3563	0,2720
Verduras	0,0300*	0,0018*	0,5896	0,0324*	0,0004*	0,2467

Legenda: * = p-valor < 0,05.

Tabela 6.5: Médias de consumo em kg de cada categoria de alimentos, segundo os grupos formados pelas variáveis sociodemográficas analisadas.

Grupo de Alimentos	Situação		Tipo			Renda familiar (em SM)					Renda per capita (em SM)					Sexo		Idade					
	Urb.	Rural	Casa	Apt.	Outro	<1	1-2	3-5	6-10	>10	<1	1-2	3-5	6-10	>10	M	F	<24	25-34	35-44	45-54	55-64	>65
Consumo total	4,12	4,82	4,12	4,78	4,55	4,23	3,99	4,12	4,15	4,24	3,97	3,85	4,54	4,39	4,56	4,62	3,86	3,84	4,51	4,54	4,53	4,17	3,77
Bebidas	2,58	3,20	2,57	3,18	3,05	2,46	2,41	2,57	2,66	2,69	2,47	2,28	2,97	2,92	2,99	2,89	2,46	2,36	2,90	2,98	2,86	2,53	2,36
Carnes	0,25	0,30	0,26	0,22	0,32	0,27	0,30	0,28	0,24	0,25	0,28	0,27	0,27	0,22	0,25	0,30	0,22	0,25	0,25	0,28	0,28	0,26	0,22
Cereais	0,25	0,29	0,26	0,18	0,21	0,44	0,28	0,28	0,24	0,25	0,30	0,27	0,24	0,20	0,22	0,30	0,21	0,25	0,25	0,27	0,24	0,27	0,24
Doces	0,07	0,06	0,07	0,06	0,05	0,04	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,07	0,05	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,04
Farinhas e massas	0,09	0,08	0,09	0,08	0,06	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	0,08	0,08	0,10	0,05	0,09	0,08	0,09	0,09	0,11	0,08	0,09	0,07	0,06
Frutas	0,15	0,11	0,13	0,20	0,18	0,00	0,18	0,12	0,14	0,14	0,09	0,15	0,15	0,18	0,16	0,14	0,14	0,10	0,12	0,16	0,15	0,20	0,18
Laticínios	0,10	0,05	0,08	0,16	0,07	0,02	0,07	0,07	0,09	0,10	0,05	0,08	0,10	0,13	0,11	0,09	0,09	0,08	0,10	0,07	0,11	0,11	0,13
Legumes	0,03	0,06	0,03	0,05	0,02	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,05	0,04	0,03
Leguminosas	0,23	0,30	0,25	0,17	0,26	0,63	0,25	0,26	0,25	0,23	0,31	0,27	0,22	0,15	0,19	0,30	0,19	0,23	0,27	0,23	0,26	0,24	0,18
Molhos e condimentos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oleaginosas	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Óleos e gorduras	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Ovos	0,03	0,01	0,02	0,03	0,01	0,04	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,01
Panificados	0,11	0,11	0,11	0,10	0,07	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,12	0,10	0,09	0,10	0,12	0,10	0,12	0,11	0,10	0,12	0,10	0,09
Pizzas, salgados e sanduíches	0,08	0,05	0,07	0,10	0,05	0,08	0,04	0,06	0,06	0,08	0,06	0,06	0,07	0,10	0,09	0,09	0,07	0,10	0,08	0,08	0,08	0,04	0,04
Preparações mistas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
Raízes e tubérculos	0,05	0,05	0,05	0,07	0,06	0,01	0,01	0,05	0,04	0,05	0,02	0,04	0,06	0,07	0,07	0,05	0,05	0,06	0,05	0,04	0,06	0,04	0,04
Sopas e caldos	0,04	0,07	0,04	0,06	0,04	0,00	0,07	0,04	0,05	0,04	0,06	0,04	0,04	0,06	0,04	0,05	0,04	0,03	0,05	0,03	0,03	0,08	0,08
Suplementos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Verduras	0,06	0,06	0,05	0,08	0,04	0,02	0,04	0,05	0,06	0,06	0,04	0,05	0,07	0,07	0,07	0,05	0,06	0,03	0,06	0,07	0,08	0,07	0,05

Em relação às faixas de renda familiar, foram encontradas diferenças significativas para os seguintes grupos de alimentos: Cereais, Leguminosas, Pizzas, salgados e massas, Raízes e tubérculos, Laticínios, Preparações mistas e Verduras.

Considerando o percentual de cada grupo de alimentos no consumo total da população de Brasília (Tabela 6.2) e os resultados das comparações entre grupos de renda familiar (Tabela 6.4), foram analisadas as variações segundo as faixas de renda familiar para os grupos de Cereais e de Leguminosas. A Figura 6.1 mostra a distribuição dos resultados de consumo individual dos grupos supracitados.

Observa-se na Figura 6.1 que as medianas são mais altas para a faixa de renda familiar de até 1 salário-mínimo tanto para os cereais quanto para as leguminosas. Ao analisar os itens que compõem os grupos de cereais e leguminosas (Anexos A e G), verifica-se que os referidos grupos são compostos por alimentos considerados básicos, como arroz (cereais) e feijão (leguminosas). Sendo assim, é coerente supor que a dieta dos indivíduos de menor renda seja predominantemente formada por esses alimentos.

Ainda sobre as informações apresentadas na Figura 6.1, nota-se que a distribuição do consumo de leguminosas na faixa de indivíduos com renda familiar de até 1 salário-mínimo é mais dispersa, variando entre 0,00 e 1,26 kg/indivíduo.

Em relação às diferenças entre os resultados para diferentes faixas de renda, um teste de Tukey para múltiplas comparações de médias, com nível de confiança de 95% aplicado aos resultados apontou diferenças significativas no consumo de cereais para os seguintes pares de faixa de renda: <1 SM e 3-5 SM (p-valor = 0,008), <1 SM e 6-10 SM (p-valor = 0,0005) e <1 SM e >10 SM (p-valor = 0,0002). Quanto às leguminosas, houve diferença significativa entre a faixa de renda familiar menor que 1 SM e todas as outras faixas, todas com p-valor <0,0001. Não houve diferenças significativas para os demais pares de faixas de renda.

Retomando a análise dos resultados da Tabela 6.4, a análise de variância segundo a renda *per capita* mostrou ainda mais diferenças significativas para os diferentes grupos de alimentos. Foram verificadas diferenças significantes para os grupos Cereais, Laticínios, Legumes, Leguminosas, Oleaginosas, Óleos e gorduras, Pizzas, salgados e massas, Preparações mistas, Raízes e tubérculos, Verduras e Ovos.

Partindo novamente do total em massa consumido pela população de Brasília, a seguir segue-se a análise das comparações entre os grupos Cereais e Leguminosas, para as diferentes faixas de renda *per capita*. A Figura 6.2 apresenta a distribuição desses resultados.

Diferente dos resultados do consumo em função da renda total familiar, para o consumo em relação à renda *per capita*, os grupos de indivíduos aparentam estar mais próximos entre si, principalmente devido à maior dispersão dos resultados. No entanto, observa-se que a mediana é mais elevada nas faixas de menor renda para ambos os grupos de alimentos.

Novamente aplicado, o teste de Tukey com nível de confiança de 95% mostrou diferenças estatisticamente significantes no consumo de cereais entre os pares de faixas de renda <1 SM e 6-10 SM (p-valor = 0,0007) e 1-2 SM e 6-10 SM (p-valor = 0,009). Quanto às leguminosas, as diferenças entre os pares <1 SM e 6-10 SM (p-valor < 0,0001), <1 SM e >10 SM (p-valor < 0,0001), 1-2 SM e >10 SM (p-valor = 0,0004), e 1-2 SM e 6-10 SM (p-valor = 0,0008) foram estatisticamente significantes.

Quando comparados em função da situação do domicílio, os resultados do consumo individual de alimentos revelam diferenças significantes para dois dos quatro grupos com maior consumo total: Cereais e Carnes. A Figura 6.3 mostra a distribuição do consumo para estes grupos segundo a situação dos domicílios.

Observa-se que para os três grupos de alimentos mostrados na Figura 6.3 a mediana de consumo para os domicílios rurais é ligeiramente mais alta que a mediana dos domicílios urbanos. Outro ponto importante a ser considerado é a distribuição do consumo para os domicílios rurais, que é assimétrica à direita e apresenta diversos valores discrepantes.

Os resultados da ANOVA que comparou os grupos alimentares quanto aos tipos de domicílios indicaram diferenças significantes para os grupos cereais e leguminosas, dentre outros. Considerando que esses são os mais significativos em termos de consumo, as suas respectivas distribuições podem ser visualizadas na Figura 6.4.

É possível observar que para os cereais a mediana do consumo é maior nas casas. Em relação às leguminosas, a mediana de consumo é maior nos domicílios tipificado como outros. Assim como discutido em relação à renda familiar, a mediana de consumo de leguminosas ser maior para este grupo de indivíduos pode estar relacionada com o maior consumo de alimentos básicos por indivíduos de renda menor. Isso pode ocorrer pois o tipo de domicílio

outros inclui moradias em cortiços, casas de cômodos, etc., e a população residente neste tipo de domicílio é predominante de renda mais baixa.

A comparação par-a-par por meio do Teste de Tukey mostrou diferença significativa entre a média do consumo de cereais (p-valor = 0,0001) e leguminosas (p-valor = 0,01) entre casas e apartamentos. Não foram encontradas diferenças significantes para os demais pares.

Os resultados da comparação do consumo total de cada grupo alimentar para as diferentes faixas etárias mostraram um padrão divergente das demais análises anteriores. Não foram encontradas evidências estatísticas para rejeitar a hipótese nula de igualdade entre as médias dos grupos com maior consumo total (bebidas, cereais, carnes e leguminosas). Por outro lado, foram encontradas evidências estatísticas que indicam diferença entre as faixas etárias nas médias dos grupos Pizzas, salgados e sanduíches, Sopas e caldos e Verduras e Doces.

Embora a distribuição desses grupos seja muito dispersa, verificou-se que as médias de consumo de frutas entre indivíduos com menos de 24 anos e indivíduos entre 55 e 64 anos podem ser consideradas diferentes (p-valor <0,01). Já para o consumo de pizzas, salgados e sanduíches, foi possível rejeitar a hipótese nula de igualdade entre as médias dos indivíduos com idade menor que 24 anos e maior de 65 anos (p-valor = 0,001) e entre indivíduos com menos de 24 anos e entre 55 e 64 anos (p-valor = 0,002).

As diferenças mostradas nos resultados desses grupos apontam para padrões de consumo diferentes conforme a faixa etária. Enquanto indivíduos mais jovens tendem a comer alimentos mais industrializados, como doces ou lanches rápidos/*fast food*, indivíduos mais velhos tendem a comer mais alimentos in natura, como frutas e verduras.

Por fim, quanto ao sexo dos respondentes, foi possível identificar diferenças nos grupos Bebidas, Cereais, Carnes, Leguminosas, Ovos e Pizzas, salgados e sanduíches. Conforme é visível na Figura 6.5, para todos os grupos o consumo dos indivíduos do sexo masculino é maior.

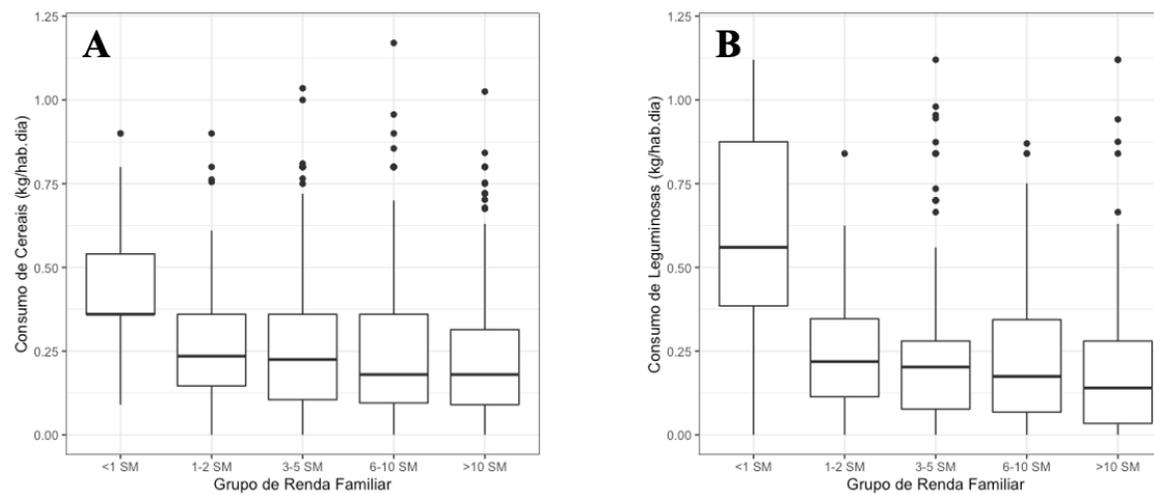


Figura 6.1: Distribuição do consumo individual de cereais (A) e leguminosas (B) para as diferentes faixas de renda familiar. SM = salário(s)-mínimo(s).

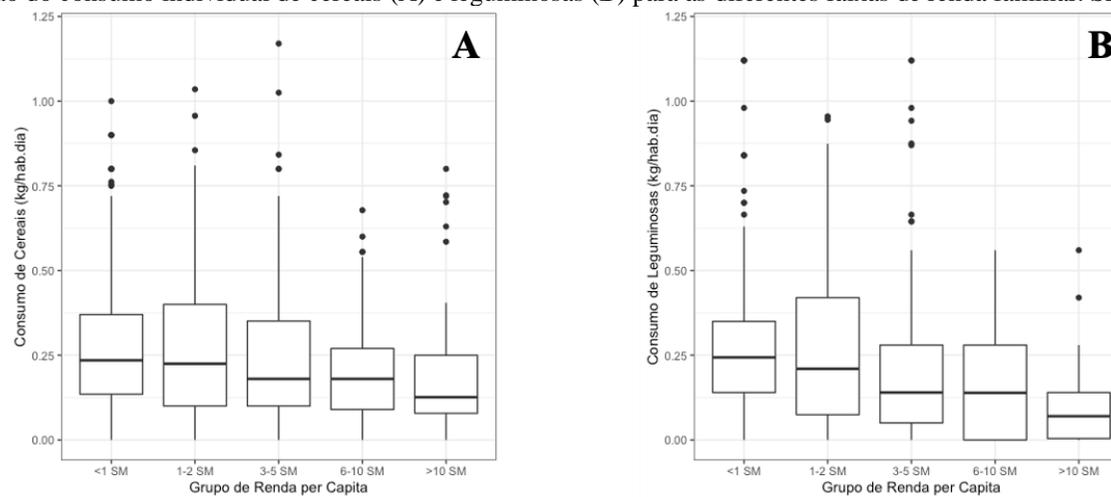


Figura 6.2: Distribuição do consumo individual de cereais (A) e leguminosas (B) para as diferentes faixas de renda *per capita*. SM = salário(s)-mínimo(s).

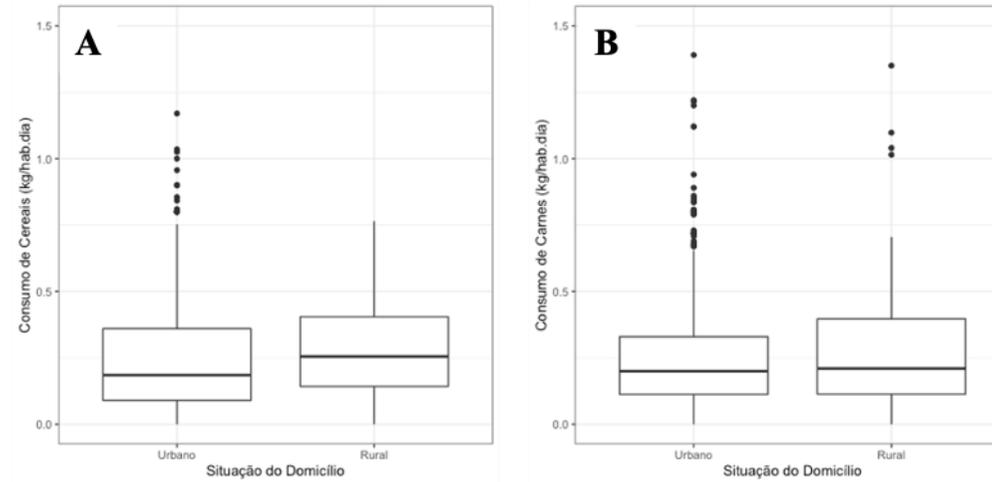


Figura 6.3: Distribuição do consumo individual de cereais (A) e carnes (B) em relação às situações dos domicílios.

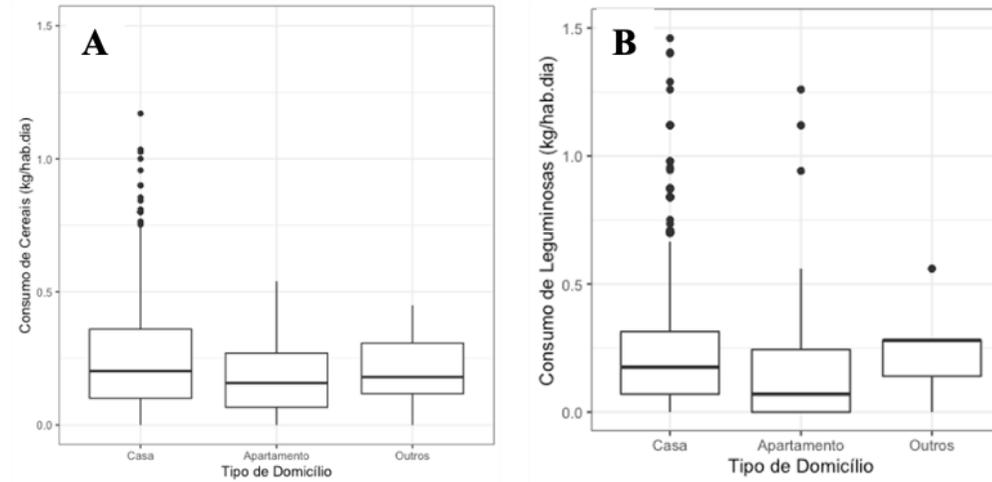


Figura 6.4: Distribuição do consumo individual de cereais (A) e leguminosas (B) em relação ao tipo dos domicílios.

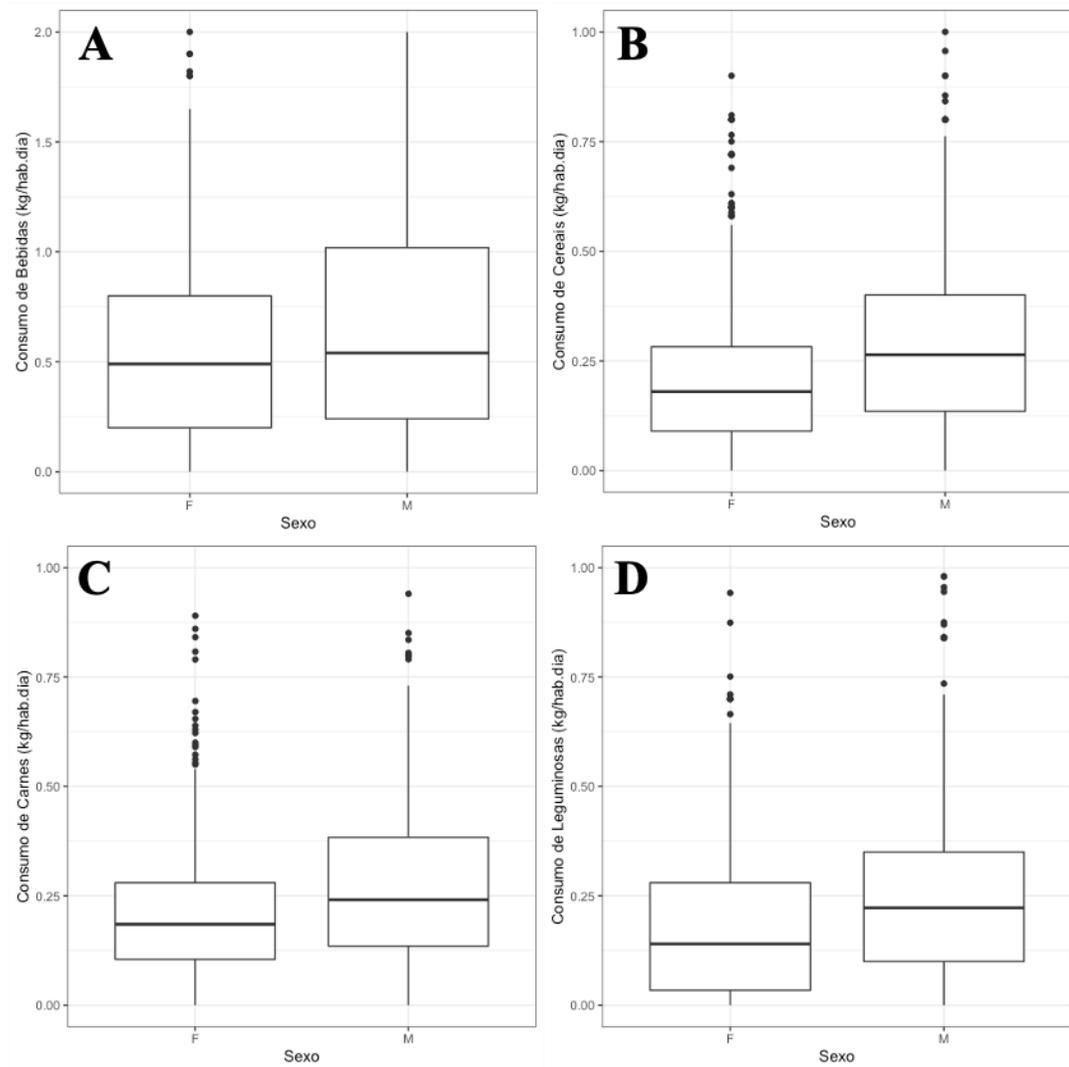


Figura 6.5: Distribuição do consumo individual de bebidas, (A), cereais (B), carnes (C) e leguminosas (D) em relação ao sexo dos respondentes.

6.3 EMISSÕES DE GEE

Para melhor compreensão, a apresentação dos resultados das estimativas das emissões de GEE foi subdividida entre os resultados das estimativas de emissões de GEE nas fases do ciclo de vida referentes à produção dos alimentos (item 6.3.1) e os resultados na modelagem do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos (6.3.2).

6.3.1 Produção de Alimentos

Foram estimadas através da agregação dos dados obtidos após aplicação de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) as emissões de GEE dos grupos alimentares pela população de Brasília. Os resultados estão disponíveis na

Tabela 6.7. Além desses, estão disponíveis na Tabela 6.6 os resultados de emissões médias *per capita* segundo as categorias de alimentos.

Estimou-se que em um dia típico de consumo, as emissões de GEE associadas ao consumo de alimentos nos domicílios de Brasília são de 11.062,39 t CO₂e. Além disso, os resultados apontaram média de emissões *per capita* de 5,05 kg CO₂e/dia. Verificou-se que essa parcela de emissões é mais elevada que a fração relacionada à mobilidade na cidade estudada, que no ano de 2016 correspondeu a 3,63 kg CO₂e/pessoa/dia (ARRAIS; CONTRERAS, 2020).

Quando comparados com estudos semelhantes de estimativas de emissões de GEE relacionadas ao padrão de consumo de alimentos aplicados em outras localidades, os resultados obtidos nesta pesquisa evidenciam que os indivíduos de Brasília contribuem significativamente para as emissões de GEE. As emissões de GEE devidas ao consumo de alimentos no Japão foram estimadas em 3,84 kg CO₂e/pessoa/dia (IGES; AALTO UNIVERSITY; D-MAT LTD., 2019), enquanto na Finlândia as estimativas variam entre 3,84 kg CO₂e/pessoa/dia (NOTARNICOLA *et al.*, 2017) e 4,79 kg CO₂e/pessoa/dia (IGES; AALTO UNIVERSITY; D-MAT LTD., 2019). Por outro lado, alguns locais ainda mostram emissões de GEE *per capita* mais elevadas do que em Brasília, como é o caso de Toronto, com 6,03 kg CO₂e/pessoa/dia (VEERAMANI; DIAS; KIRKPATRICK, 2017) e da União Europeia, com 7,70 kg CO₂e/pessoa/dia (VIRTANEN *et al.*, 2011).

Observa-se que, embora o grupo de itens alimentícios bebidas seja responsável por 30,35% do total de alimentos consumidos em Brasília (Tabela 6.2), as emissões de GEE relacionadas a este grupo correspondem a 18,78% do total. Assim, a intensidade média de emissões para o grupo resultou em 1,576 kg CO₂e/kg de alimento.

Por outro lado, as carnes, que representam 11,32% do total de alimentos consumidos, contribuem com 6.114,61 t CO₂e em um dia típico de consumo em Brasília. Este montante resulta em 55,27% das emissões de GEE decorrentes do consumo domiciliar de alimentos na região.

Tabela 6.6: Média diária de emissões de GEE *per capita* por categoria de alimentos.

Grupo de Alimentos	Emissões de GEE kgCO ₂ e/pessoa/dia	Grupo de Alimentos	Emissões de GEE kgCO ₂ e/pessoa/dia
Bebidas	0,97	Oleaginosas (castanhas, nozes, amendoins)	0,00
Carnes	2,85	Óleos e gorduras	0,01
Cereais	0,36	Ovos	0,01
Doces	0,00	Panificados	0,05
Farinhas e massas	0,25	Pizzas, salgados e sanduíches	0,07
Frutas	0,04	Preparações mistas	0,02
Laticínios	0,19	Raízes e tubérculos	0,01
Legumes	0,01	Sopas e caldos	0,08
Leguminosas	0,13	Suplementos	0,06
Molhos e condimentos	0,00	Verduras	0,06
Emissões de GEE totais:		5,05	kg CO ₂ e/pessoa/dia

Tabela 6.7: Emissões diárias de GEE do consumo domiciliar de alimentos em Brasília

Grupo de alimentos	Emissões de GEE		
	t CO ₂ e/dia	%	kg CO ₂ e/kg alimento*
Bebidas	2077,79	18,78	1,58
Carnes	6114,61	55,27	12,43
Cereais	806,17	7,29	1,62
Doces	9,12	0,08	0,08
Farinhas e massas	547,88	4,95	3,42
Frutas	97,16	0,88	0,34
Laticínios	484,97	4,38	2,21
Legumes	17,40	0,16	0,31
Leguminosas	269,63	2,44	0,60
Molhos e condimentos	-	-	-
Oleaginosas (castanhas, nozes, amendoins)	11,98	0,11	2,53
Óleos e gorduras	18,13	0,16	0,55
Ovos	26,67	0,24	0,50
Panificados	98,03	0,89	0,47
Pizzas, salgados e sanduíches	182,41	1,65	1,28
Preparações mistas	41,68	0,38	7,20
Raízes e tubérculos	18,49	0,17	0,18
Sopas e caldos	222,43	2,01	2,62
Suplementos	-	-	-
Verduras	17,84	0,16	0,17

*Intensidade média de emissões de GEE, calculada através da divisão entre o total de emissões do grupo e o total consumido.

A alta intensidade de emissões das carnes se dá em função das carnes bovinas, cuja produção implica em 24,47 kg CO₂e/kg de carne. Além disso, as carnes suínas contribuem com 6,9 kg CO₂e/kg e as aves com 2,10 kg CO₂e/kg, que aliadas às carnes bovinas e demais itens dentro do grupo resultam em intensidade média de emissões de 12,43 kg CO₂e/kg de carne.

Dentro do grupo de proteína animal, os peixes apresentam relativamente baixas emissões de GEE. O consumo de peixes frescos, em conserva e salgados resulta em 76,22 t CO₂e (0,69%), 7,42 t CO₂e (0,07%) e 9,232 t CO₂e (0,08%), com intensidades de 2,793 kg CO₂e/kg, 4,892 kg CO₂e/kg e 2,472 kg CO₂e/kg, respectivamente.

Dessa forma, em se tratando do objetivo de reduzir o impacto do consumo alimentar em relação às mudanças climáticas, a substituição da fonte de proteína animal da carne bovina, cuja intensidade de emissões é extremamente elevada, por proteínas com menos emissões, como pescados e aves pode ser uma opção. Apenas para fins comparativos, caso o consumo de carnes bovinas (178,21 t) fosse substituído em 50% por aves (intensidade de emissões de GEE 2,01 kg CO₂e/kg) e em 50% por peixes frescos (2,79 kg CO₂e/kg), as emissões totais de GEE devidas ao consumo domiciliar de alimentos em Brasília seriam reduzidas de 11.062,39 t CO₂e para 7.138,45 t CO₂e, o que corresponderia a 35,47% de redução.

Os Cereais, as Farinhas e massas, os Laticínios, as Leguminosas e as Sopas e caldos, se somados contribuem com 21,07% do total de emissões do consumo alimentar domiciliar em Brasília, com um total de 2.331,09 t CO₂e. Já os demais grupos, que individualmente correspondem a menos de 2% do total de emissões, implicam em 538,90 t CO₂e, ou seja, 4,87% do total.

Foram realizadas análises estatísticas exploratórias dos resultados de emissões de GEE agregadas por indivíduos e pela média domiciliar *per capita*. Para comparar os grupos de indivíduos, foram utilizadas as variáveis renda familiar, renda *per capita*, situação do domicílio, tipo de domicílio, faixa etária e sexo dos respondentes. Os resultados das comparações entre grupos do total de emissões de GEE por indivíduo e pela média domiciliar *per capita* são mostrados na Tabela 6.8.

Tabela 6.8: Resultados da ANOVA das emissões de GEE individuais por variável analisada.

Variável	Média de emissão de GEE para o grupo (kg CO ₂ e)	p-valor
Renda Familiar	<1 SM: 5,76; 1-2 SM: 5,44; 3-5 SM: 6,24; 6-10 SM: 5,71; >10 SM: 6,37	0,4258
Renda <i>per capita</i>	<1 SM: 5,93 1-2 SM: 6,40; 3-5 SM: 5,99; 6-10 SM: 5,45; >10 SM: 6,23	0,5289
Situação	Rural: 6,42; Urbano: 6,00	0,3935
Tipo	Apartamento: 5,29; Casa: 6,18; Outro: 5,77	0,0720
Faixa Etária	<24: 5,83; 25-34: 6,00; 35-44: 6,42; 45-54: 7,06; 55-64: 6,24; >65: 4,33	0,0023*

Foram encontradas diferenças significantes nas emissões de GEE individuais entre os grupos de indivíduos segundo as variáveis faixa etária e sexo. Em relação à idade, a maior média de emissões se encontra na faixa de indivíduos entre 45 e 54 anos, seguida pela faixa entre 35 e 44 anos. A menor média de emissões foi registrada para o grupo de indivíduos com mais de 65 anos. Entretanto, apesar das diferenças nas médias entre os grupos das faixas etárias ≤ 24 anos, 25-34 anos, 35-44 anos e 45-54 anos, uma aplicação do teste de Tukey com intervalo de confiança de 95% não mostrou diferença entre esses grupos. Apenas os pares de faixas etárias entre 45-54 anos e ≥ 65 anos e entre 55-64 anos e ≥ 65 anos mostraram evidências estatísticas suficientes para recusar a hipótese de igualdade entre as médias. Assim, pode-se inferir que as emissões de GEE associadas ao consumo de alimentos em Brasília diminuem conforme a idade dos indivíduos avança a partir de 65 anos. Além disso, o pico de emissões associadas aos alimentos ocorre para os indivíduos com idade entre 45 e 54 anos.

Quanto ao sexo, a média para os respondentes identificados como “masculino” (7,06 kg CO₂e/indivíduo) foi cerca de 27% maior que a dos indivíduos identificados como “feminino” (5,15 kg CO₂e/indivíduo).

Em relação à renda, tanto à variável renda familiar quanto à renda *per capita* não foram encontradas evidências suficientes para rejeitar a hipótese de igualdade entre os grupos formados por diferentes faixas salariais. Isso ocorreu, provavelmente, em função de as variações entre as médias dos grupos serem menores que as variações nos valores de emissão dentro dos grupos. Observa-se na Figura 6.6 que a distribuição das emissões para os diferentes grupos de renda é similar, tanto para a renda familiar (A) quanto para a renda *per capita* (B).

Partiu-se então para a análise dos resultados de médias de emissões individuais de GEE por grupo de alimentos, segundo as variáveis sociodemográficas utilizadas anteriormente. A Tabela 6.10 contém os principais resultados da análise de variância entre os grupos formados de acordo com as variáveis renda familiar, renda *per capita*, situação do domicílio, tipo de residência, faixa etária e sexo para cada categoria de alimentos. As médias de emissões de GEE para cada grupo de indivíduos, segundo as categorias de alimentos encontram-se na Tabela 6.9.

Para a variável renda familiar, foram identificadas diferenças significantes entre as médias dos grupos Cereais, Leguminosas e Pizzas, salgados e massas e Laticínios a um nível de significância 0.05. Na Figura 6.7 é possível ver os dados de emissões de GEE segundo as faixas de renda familiar relacionadas aos grupos cuja ANOVA revelou diferenças entre as médias. Assim como observado anteriormente, os grupos de cereais e leguminosas possuem medianas mais elevadas para a faixa mais baixa de renda (até um salário-mínimo). Isso se deve à dieta dos indivíduos com menor renda familiar ser formada, principalmente, por alimentos básicos como arroz e feijão.

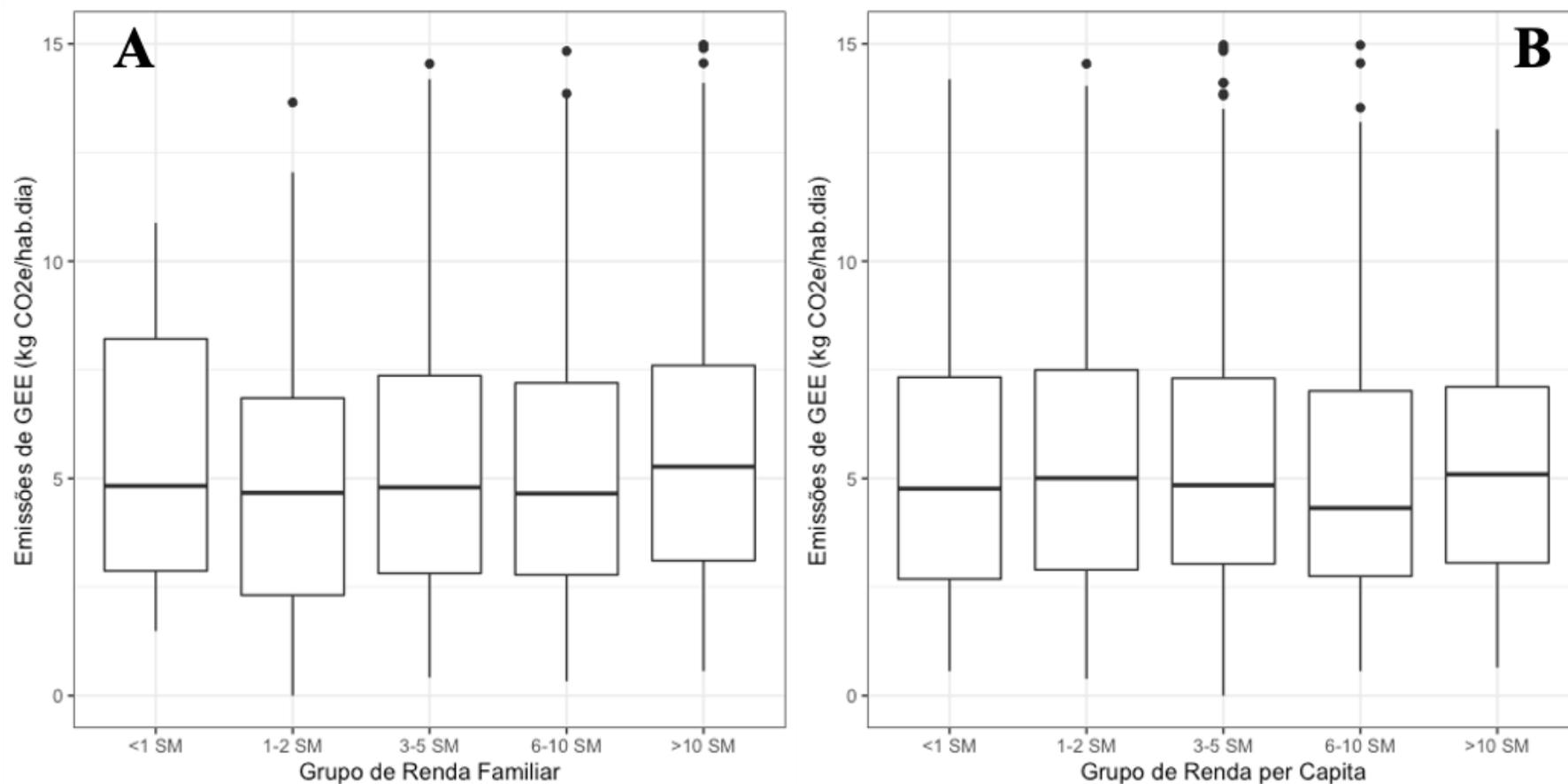


Figura 6.6: Emissões de GEE por grupo de renda familiar (A) e renda *per capita* (B).

Tabela 6.9: Médias de emissões de GEE em kg CO₂e/indivíduo para cada categoria de alimentos, segundo os grupos formados pelas variáveis sociodemográficas analisadas.

Grupo de Alimentos	Situação	Tipo	Renda familiar (em SM)	Renda <i>per capita</i> (em SM)	Sexo	Idade
--------------------	----------	------	------------------------	---------------------------------	------	-------

	Urb.	Rural	Casa	Apt.	Outro	<1	1-2	3-5	6-10	>10	<1	1-2	3-5	6-10	>10	M	F	<24	25-34	35-44	45-54	55-64	>65
Consumo total	5,05	5,03	5,25	4,05	2,68	4,39	4,77	5,24	4,90	5,09	5,13	5,59	4,93	4,18	4,67	5,74	4,43	4,92	4,74	5,24	5,92	5,37	3,82
Bebidas	0,94	1,15	0,96	1,03	0,55	0,78	0,99	0,87	0,90	0,97	0,93	0,96	0,96	1,08	0,98	1,02	0,91	0,68	0,85	0,90	1,32	1,25	1,07
Carnes	2,87	2,72	3,05	1,74	1,42	2,32	2,76	3,21	2,72	2,87	3,10	3,34	2,76	2,07	2,43	3,30	2,44	3,00	2,48	3,08	3,39	2,93	1,73
Cereais	0,36	0,40	0,38	0,24	0,25	0,71	0,39	0,40	0,35	0,35	0,44	0,40	0,34	0,26	0,31	0,43	0,30	0,38	0,35	0,39	0,34	0,38	0,32
Doces	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Farinhas e massas	0,26	0,21	0,26	0,20	0,06	0,13	0,23	0,28	0,24	0,26	0,26	0,25	0,29	0,12	0,25	0,24	0,26	0,29	0,34	0,24	0,23	0,20	0,13
Frutas	0,04	0,02	0,03	0,05	0,04	0,00	0,03	0,03	0,04	0,04	0,02	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06	0,05
Laticínios	0,21	0,09	0,17	0,32	0,18	0,01	0,13	0,13	0,18	0,20	0,08	0,18	0,18	0,25	0,24	0,19	0,19	0,13	0,20	0,15	0,24	0,23	0,26
Legumes	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02
Leguminosas	0,12	0,15	0,13	0,08	0,11	0,36	0,13	0,13	0,13	0,12	0,17	0,15	0,12	0,07	0,10	0,15	0,10	0,13	0,14	0,12	0,13	0,13	0,10
Molhos e condimentos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oleaginosas	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Óleos e gorduras	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,02
Ovos	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Panificados	0,05	0,04	0,05	0,04	0,01	0,06	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,05	0,04
Pizzas, salgados e sanduíches	0,08	0,01	0,05	0,22	0,04	0,00	0,00	0,06	0,02	0,08	0,04	0,04	0,02	0,10	0,11	0,09	0,06	0,12	0,03	0,14	0,05	0,01	0,00
Preparações mistas	0,02	0,00	0,01	0,05	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,06	0,04	0,03	0,01	0,02	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00
Raízes e tubérculos	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Sopas e caldos	0,07	0,16	0,10	0,01	0,00	0,00	0,02	0,02	0,20	0,09	0,01	0,13	0,12	0,01	0,08	0,14	0,03	0,06	0,22	0,09	0,00	0,06	0,05
Suplementos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Verduras	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Tabela 6.10: Resultados da ANOVA das emissões de GEE individuais por grupo de alimentos segundo as variáveis sociodemográficas analisadas.

Grupo de alimentos	p-valor					
	Renda Familiar	Renda per capita	Situação	Tipo	Faixa Etária	Sexo
Bebidas	0,1719	0,7928	0,0180*	0,4970	0,0000*	0,0343*
Carnes	0,2547	0,1117	0,7119	0,0140*	0,0228*	0,0000*
Cereais	0,0001*	0,0005*	0,0740	0,0004*	0,3084	0,0000*
Doces	0,7649	0,6021	0,7540	0,8286	0,3769	0,0004*
Farinhas e massas	0,4379	0,4846	0,5198	0,1368	0,2877	0,2395
Frutas	0,4784	0,4091	0,1894	0,8026	0,4150	0,0108*
Laticínios	0,0446*	0,0052*	0,0049*	0,0152*	0,3885	0,4288
Legumes	0,9580	0,8389	0,0000*	0,1291	0,2159	0,4530
Leguminosas	0,0000*	0,0001*	0,0116*	0,1776	0,2262	0,0000*
Oleaginosas (castanhas, nozes, amendoins)	0,7100	0,5514	0,2250	0,8174	0,0166*	0,5823
Óleos e gorduras	0,1551	0,5351	0,0643	0,1962	0,2230	0,4079
Ovos	0,6493	0,4010	0,0060*	0,4102	0,2986	0,0182*
Panificados	0,0896	0,3196	0,9758	0,2495	0,5378	0,2373
Pizzas, salgados e sanduíches	0,0000*	0,0232*	0,7872	0,0025*	0,1894	0,7493
Preparações mistas	0,7847	0,5843	0,4997	0,5203	0,7047	0,1184
Raízes e tubérculos	0,3094	0,5454	0,6200	0,7558	0,1244	0,9459
Sopas e caldos	0,4551	0,4784	0,8561	0,2652	0,6682	0,3244
Verduras	0,6154	0,5365	0,7123	0,9449	0,4317	0,8137

Legenda: * = p-valor <0,05. Considerando que não foi possível estimar as emissões de GEE para os grupos Molhos e condimentos e Suplementos (vide seção 4.2.4 e Anexo F), estes grupos foram excluídos da análise exploratória dos resultados.

Por outro lado, as emissões relacionadas aos laticínios são menores para esse grupo de indivíduos (renda <1 SM) e a mediana aumenta conforme a renda familiar aumenta, indicando aumento no consumo desses itens.

Retomando informações da

Tabela 6.7, os laticínios contribuem em média com 2,21 kg CO₂e/kg de alimento. Porém, enquanto o leite possui intensidade média de emissões de GEE de 1,41 kg CO₂e/kg, itens como queijos são bem mais impactantes, com 10,74 kg CO₂e/kg. Deste modo, as emissões relacionadas aos laticínios podem ser maiores nos grupos de renda mais alta em função de diferenças nas quantidades consumidas (Tabela 6.4), mas também podem ocorrer em função da mudança nos itens consumidos.

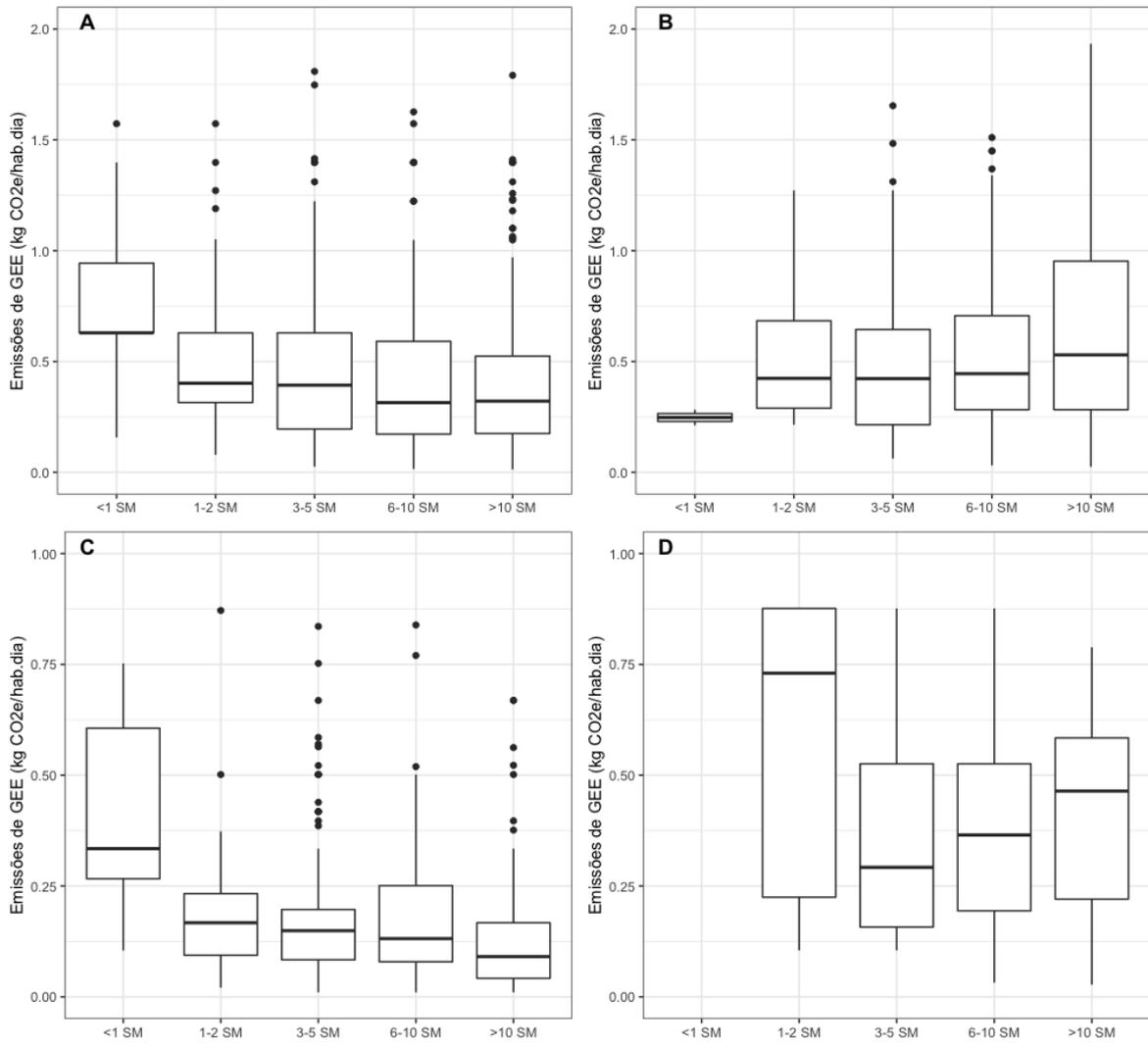


Figura 6.7: Emissões de GEE individuais para diferentes faixas de renda familiar dos grupos de alimentos Cereais (A), Laticínios (B), Leguminosas (C) e Pizzas, massas e sanduíches (D).

Quando analisadas as variações nas emissões de GEE individuais em relação à variável renda *per capita*, as categorias de alimentos em que se observaram variações foram as mesmas das que mostraram diferenças de médias em função da renda familiar.

As distribuições das emissões de GEE para as categorias que mostraram diferenças significantes nas médias entre ao menos um par de grupos apresentadas na Figura 6.8 evidenciam padrões diferentes para as quatro categorias. Enquanto para os cereais e para as leguminosas as médias de emissões têm um padrão descendente com o aumento da renda *per capita*, para os laticínios ocorre o inverso, com aumento das emissões individuais de GEE para as faixas mais altas de renda. Para a categoria pizzas, massas e sanduíches, o comportamento da série de emissões é aproximadamente parabólico, com menor média para a faixa de renda entre 3 e 5 salários-mínimos.

Ao comparar os pares de grupos de renda *per capita* para a categoria de cereais, verificou-se que as médias são diferentes entre o grupo de menor renda *per capita* (<1 SM) e os grupos entre 3-5 SM (p-valor <0,05), 6-10 SM (p-valor <0,002) e >10 SM (p-valor <0,04). Além destes, podem ser consideradas diferentes entre si as médias dos grupos de renda *per capita* entre 1-2 SM e 6-10 SM (p-valor <0,03).

Em relação à categoria de laticínios, as diferenças significantes entre os grupos de renda *per capita* foram identificadas com nível de confiança de 95% nos pares de formados entre o grupo de maior renda (>10 SM) e os grupos <1 SM (p-valor =0,008), 1-2 SM (p-valor <0,04) e 3-5 SM (p-valor =0,02).

Para as leguminosas, o grupo de menor renda *per capita* só não mostrou diferenças significativas em relação ao grupo entre 1-2 SM. Em comparação com os grupos 3-5 SM, 6-10 SM e >10 SM, os p-valores encontrados foram 0,045, 0,01 e 0,0006, respectivamente. O grupo de maior renda *per capita*, por sua vez, teve média com diferença significativa em comparação com o grupo 1-2 SM (p-valor =0,006). Por fim, para as pizzas, apenas dois pares foram identificados com diferença significativa: 1-2 SM e >10 SM e 3-5 SM e > 10 SM.

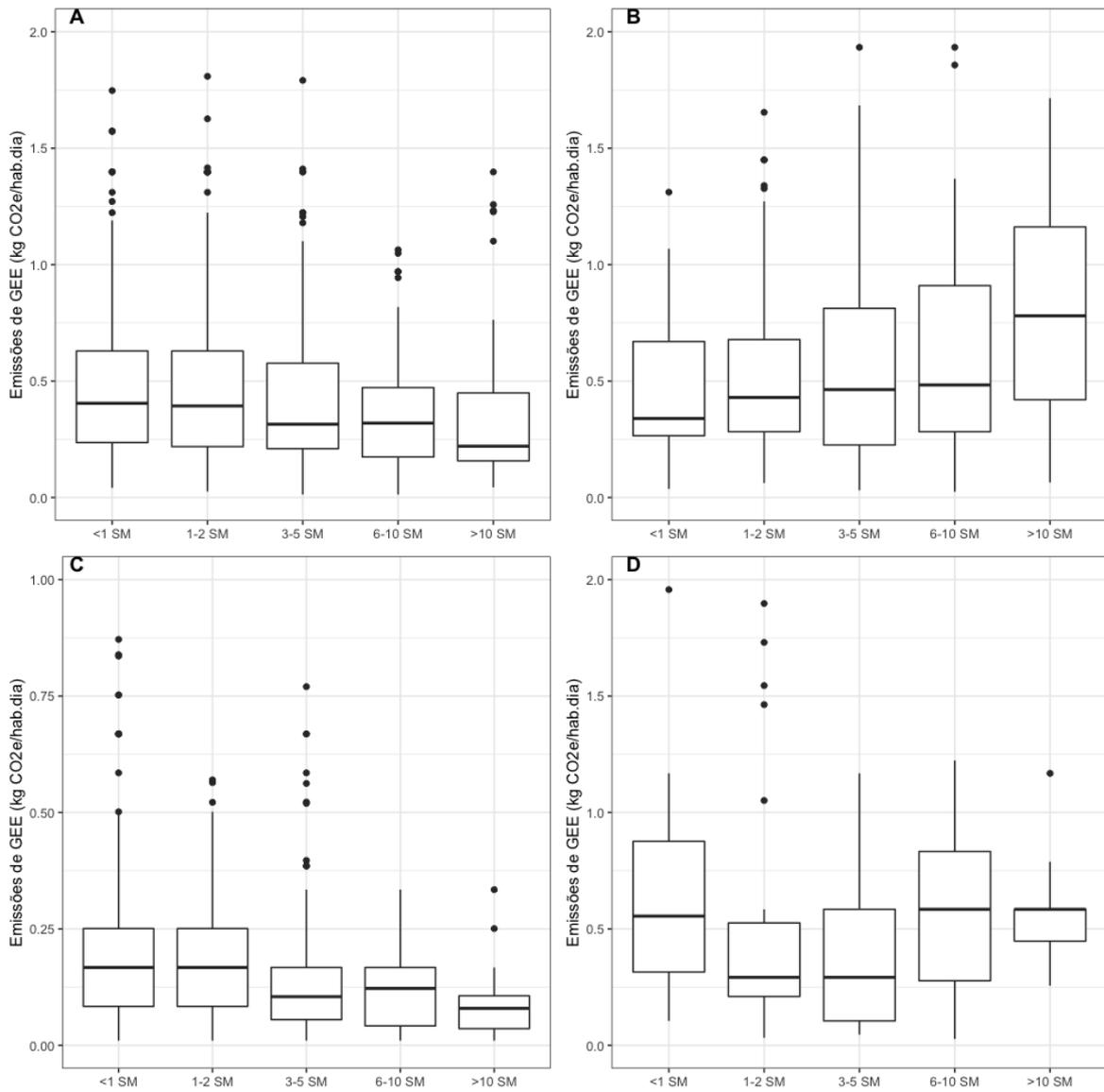


Figura 6.8: Emissões de GEE individuais para diferentes faixas de renda *per capita* dos grupos de alimentos Cereais (A), Laticínios (B), Leguminosas (C), Pizzas, massas e sanduíches (D).

Observando os resultados de emissões de GEE por grupo de alimentos segundo a situação do domicílio, cinco grupos se mostraram com médias estatisticamente diferentes entre áreas rurais e áreas urbanas: Laticínios, Legumes e Ovos, Bebidas e Leguminosas. A distribuição das emissões para cada um desses grupos pode ser visualizada na Figura 6.9.

Dentre as categorias de alimentos citadas acima, apenas para laticínios e ovos a média de emissões de GEE foi maior dentre os indivíduos domiciliados em áreas urbanas. Para as demais, a contribuição de domicílios rurais para as mudanças climáticas foi maior.

Considerando os dados médios de consumo de alimentos por categoria de alimentos (Tabela 6.3), as categorias bebidas, legumes e leguminosas domicílios foram mais consumidas por indivíduos habitantes de áreas rurais, o que explica as maiores emissões dos para essas categorias. Semelhantemente, as categorias laticínios e ovos são mais consumidas em áreas urbanas, gerando maiores emissões para este tipo de domicílio.

Quanto à variável tipo de domicílio, os indivíduos agrupados entre casas, apartamentos e outros tipos apresentaram médias diferentes para as categorias Carnes, Cereais, Laticínios e Pizzas, salgados e sanduíches. A Figura 6.10 contém a distribuição das emissões dessas categorias segundo aqueles grupos.

Observa-se que para as carnes, embora a mediana de emissões seja maior para os domicílios classificados como outros, a média para as casas é maior (Tabela 6.6). Isso se justifica pelo fato de os valores de emissões relacionadas ao consumo de carnes ser mais distribuído para as casas. Ao comparar os pares por tipo de domicílio, pela aplicação do teste de Tukey com intervalo de confiança de 95%, verificou-se diferença significativa entre os domicílios do tipo casa e apartamento. Os demais pares não apresentaram evidências estatísticas suficientes para rejeitar a hipótese de igualdade entre as médias.

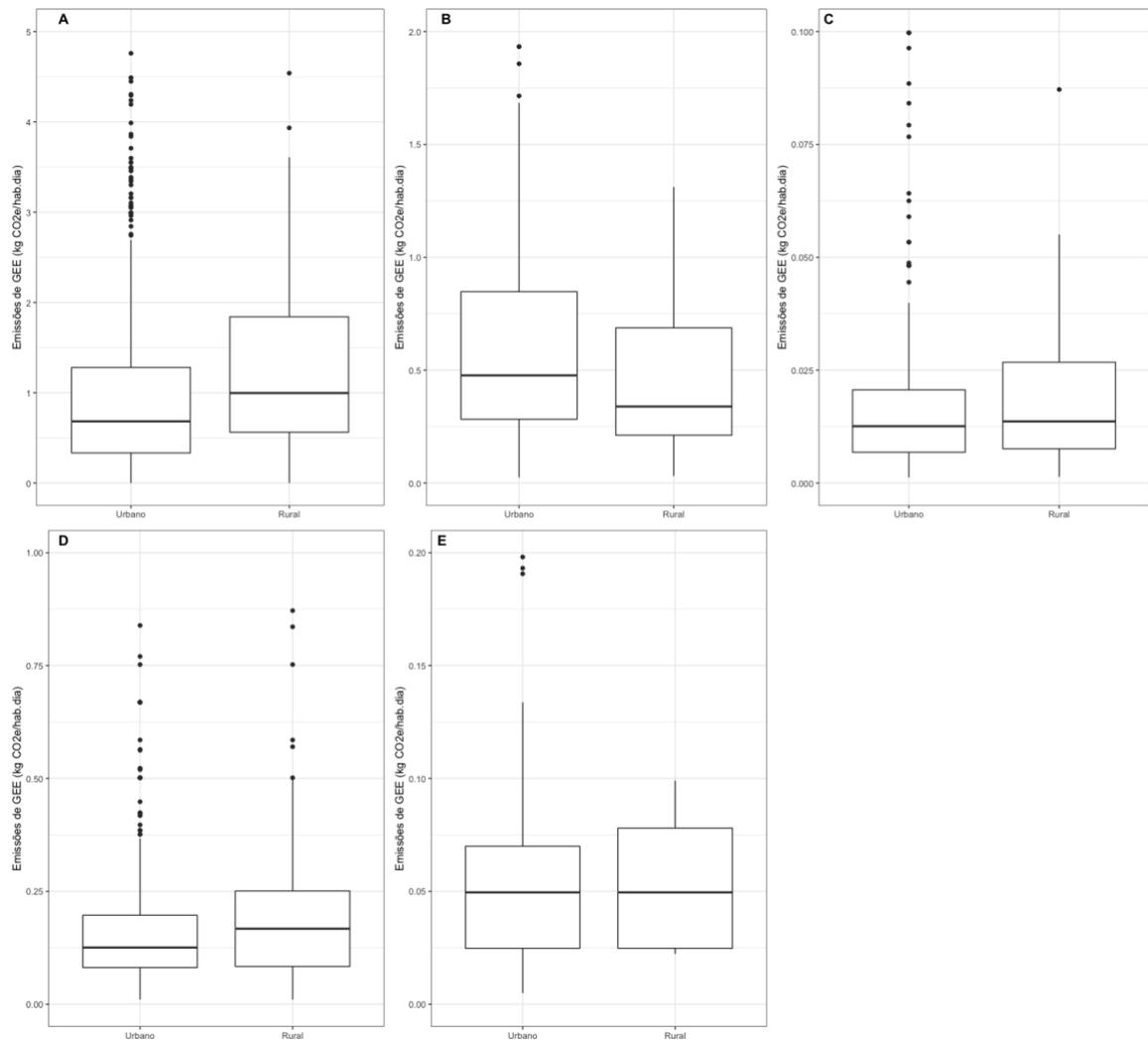


Figura 6.9: Emissões de GEE individuais para domicílios rurais e urbanos das categorias de alimentos Bebidas (A), Laticínios (B), Legumes (C), Leguminosas (D) e Ovos (E).

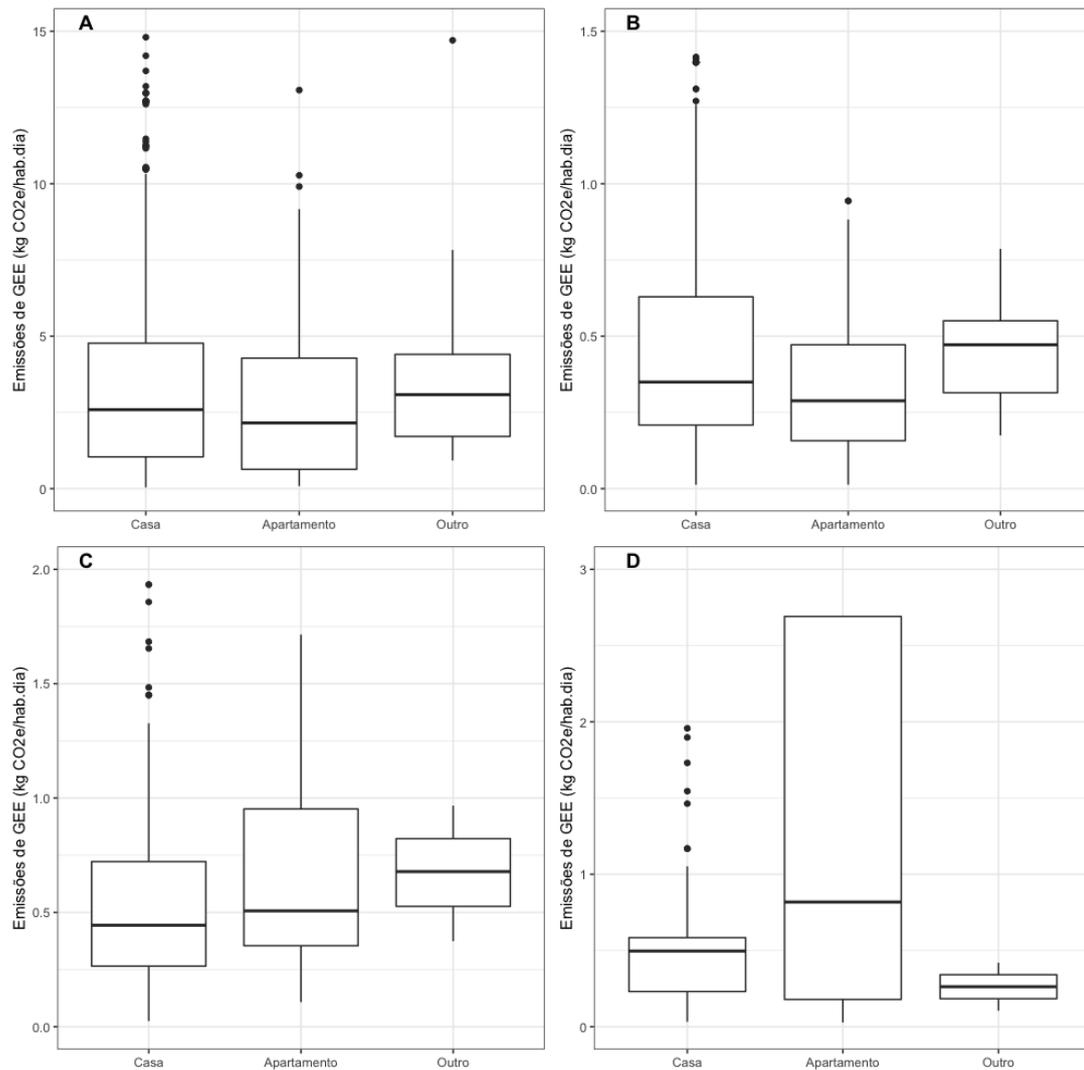


Figura 6.10: Emissões individuais de GEE segundo o tipo de domicílio para as categorias Carnes (A), Cereais (B), Laticínios (C) e Pizzas, massas e sanduíches (D).

As diferenças nas emissões de GEE relacionadas ao consumo de carnes entre indivíduos domiciliados em casas e apartamentos pode ser explicada pelo maior consumo de carnes por indivíduos que residem em casas, conforme resultados apresentados na Tabela 6.5 e na Tabela 6.4.

Em relação aos cereais, assim como para as carnes, a média de emissões de GEE é maior para as casas, embora a mediana seja maior para o grupo “outros”. De modo semelhante, o consumo nessa categoria é maior para as casas e a comparação par a par não permitiu comparar casas e apartamentos com outros tipos de domicílios.

Por outro lado, para laticínios e pizzas, massas e sanduíches as médias de emissões de GEE são maiores para indivíduos domiciliados em apartamentos, em função do maior consumo de itens nesta categoria. O teste de Tukey para os demais pares foi inconclusivo.

Quanto à faixa etária dos respondentes da POF, as emissões de GEE mostraram diferenças entre as médias dos grupos de alimentos para duas das mais impactantes categorias: carnes e bebidas, além das oleaginosas (castanhas, nozes, amendoins), conforme Figura 6.11.

Para as bebidas, os pares de faixas etárias ≤ 24 e 45-54 (p-valor $<0,00001$) e <24 e 55-64 (p-valor $<0,00001$) apresentaram médias de emissões de GEE estatisticamente diferentes entre si. Desses, o grupo com idade entre 45 e 54 anos teve maior média, com 1,32 kg CO₂e/indivíduo, seguido pelo grupo entre 55 e 64 anos, com 1,25 CO₂e/indivíduo. As menores emissões de GEE são associadas ao grupo de menor idade (até 24 anos), contabilizando 0,68 CO₂e/indivíduo.

Embora as diferenças entre esses grupos ser explicada pelas variações no consumo, de forma que o grupo que resulta em menos emissões seja o que consome menos e vice versa (vide Tabela 6.5), algumas variações no consumo de bebidas não foi refletida em emissões de GEE. Por exemplo, os indivíduos com idade entre 35 e 44 anos são os responsáveis pelo maior consumo de bebidas, entretanto, o grupo com maior emissão de GEE possui entre 45 e 54 anos. Estas flutuações divergentes entre emissões e consumo são explicadas pelas diferenças no padrão de consumo entre tais faixas etárias, de modo que os grupos com maior consumo total da categoria e menos emissões consomem, em média, alimentos com impactos menos intensos em relação às mudanças climáticas.

A mesma análise pode ser aplicada às carnes, onde foram encontradas evidências estatísticas de diferenças entre médias apenas para os grupos com idade maior que 65 anos e entre 45 e 54 anos. Embora em termos absolutos o grupo com maior consumo (45-54 anos) tenha apresentado maior média de emissões, a diferença entre a média consumida entre os dois grupos foi de 24,17% (em relação ao grupo entre 45-54 anos), a diferença entre a média de emissões foi de 49,03%. Assim, pode-se concluir que houve variação no total consumido entre as faixas etárias, mas também houve mudança no tipo de item consumido, de modo que o grupo com idade entre 45 e 54 anos preferiu consumir itens com maior intensidade de poluição, como, por exemplo, carnes bovinas.

Por fim, em relação ao sexo dos respondentes, homens e mulheres tiveram médias de emissões de GEE diferentes nos grupos bebidas, carnes, cereais, doces, frutas, leguminosas e ovos. A distribuição dos resultados de emissões para essa variável pode ser observada na Figura 6.12.

Observou-se que para todos os grupos da Figura 6.12 as emissões dos indivíduos do sexo masculino são maiores, todas em função do aumento proporcional do consumo nas respectivas categorias, em relação aos indivíduos do sexo feminino.

Com o objetivo de compreender as relações entre o consumo dos alimentos em cada grupo, o total de alimentos consumidos e as emissões totais individuais relacionadas aos alimentos, construiu-se uma matriz de correlação, disponível na Tabela 6.11.

As correlações obtidas entre as emissões de GEE e o consumo, em valores absolutos, foram de desprezíveis a moderadas (MUKAKA, 2012). O maior valor para o coeficiente de correlação obtido foi de 0,52 (correlação moderada, $0,5 < r < 0,6$), entre o total de emissões de GEE e o consumo de bebidas. Esta correlação era esperada, uma vez que este é o grupo de alimentos com maior percentual de consumo em relação ao total de alimentos.

Além disso, foi observada correlação de 0.40 (fraca, $0,4 < r < 0,5$) entre as emissões de GEE individuais e o consumo total de alimentos. Este valor baixo para correlação denota que, embora o montante consumido tenha influência no total de emissões de GEE, a intensidade de emissões por item também tem papel fundamental. Por este motivo, sugere-se a realização de estudos que investiguem os padrões de dieta dos indivíduos e sua relação com as emissões de GEE.

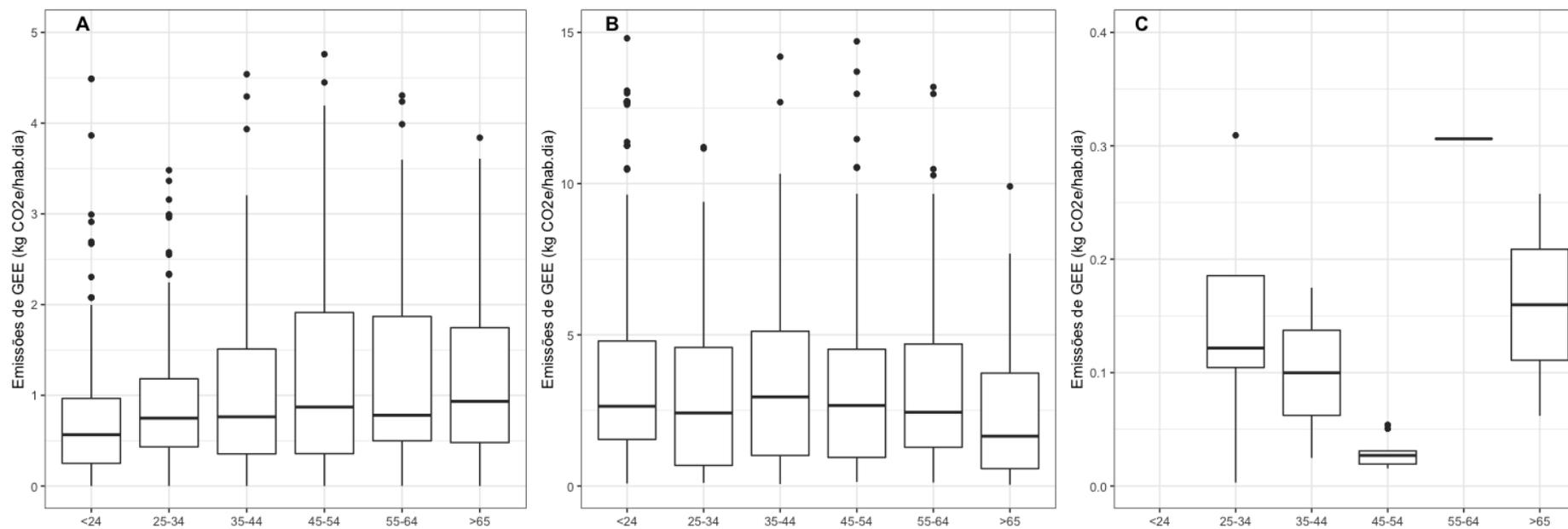


Figura 6.11: Emissões individuais de GEE por faixa etária para as categorias Bebidas (A), Carnes (B) e Oleaginosas (C).

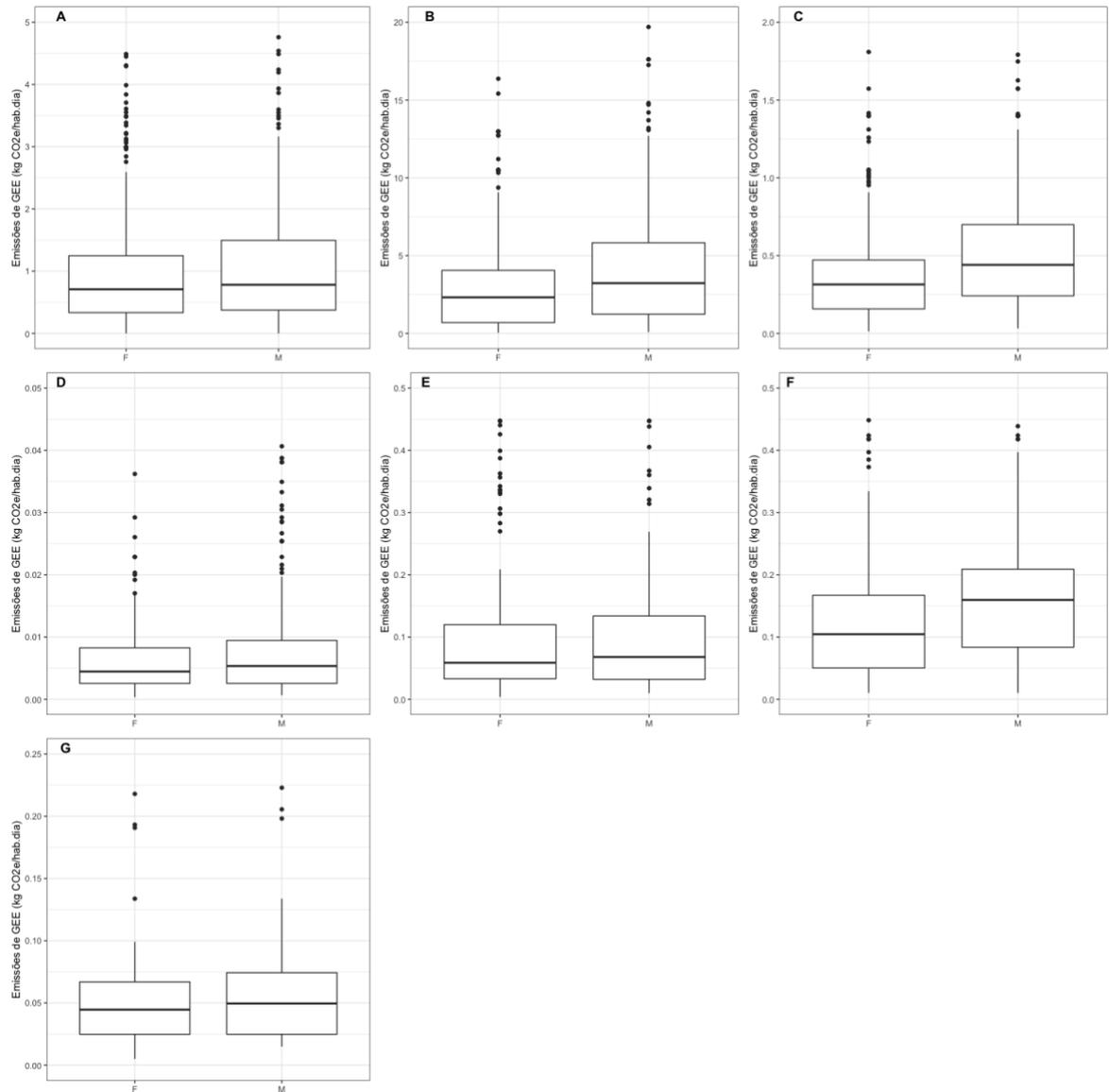


Figura 6.12: Médias de emissões de GEE por sexo nos grupos Bebidas (A), Carnes (B), Cereais (C), Doces (D), Frutas (E), Leguminosas (F) e Ovos (G).

Tabela 6.11: Matriz de correlação entre o consumo dos grupos de alimentos e as emissões individuais totais de GEE.

	Bebidas	Carnes	Cereais	Doces	Farinhas	Frutas	Laticínios	Legumes	Leguminosas	Molhos	Oleaginosas	Óleos	Ovos	Panificados	Pizzas	Prep. Mistas	Raízes	Sopas	Suplementos	Verduras	Total	GEE	
Bebidas	1,00																						
Carnes	0,21	1,00																					
Cereais	0,18	0,34	1,00																				
Doces	0,35	0,08	0,11	1,00																			
Farinhas	0,12	-0,01	-0,11	0,01	1,00																		
Frutas	0,01	0,02	0,11	0,03	-0,01	1,00																	
Laticínios	0,00	0,02	-0,11	0,05	0,18	0,17	1,00																
Legumes	-0,04	0,09	0,12	0,18	0,02	0,22	0,02	1,00															
Leguminosas	0,17	0,26	<u>0,54</u>	0,08	-0,01	0,09	-0,06	0,10	1,00														
Molhos	0,00	-0,02	0,10	-0,19	-0,08	-0,01	0,02	<u>-0,41</u>	0,10	1,00													
Oleaginosas	<u>0,57</u>	0,03	-0,06	-0,02	-0,26	<u>0,42</u>	0,31	-0,18	0,20	-0,01	1,00												
Óleos	0,10	0,12	0,20	-0,02	0,04	0,08	0,13	0,09	0,11	0,13	<u>0,54</u>	1,00											
Ovos	0,03	0,13	0,12	0,07	-0,01	0,18	0,11	0,25	0,04	-0,37	-0,12	0,08	1,00										
Panificados	0,21	0,13	0,17	0,12	0,00	0,14	-0,03	0,14	0,14	0,13	-0,38	0,28	0,13	1,00									
Pizzas	0,19	-0,04	0,01	0,01	0,12	0,11	0,04	-0,22	0,03	<u>0,88</u>	<u>0,78</u>	0,24	0,09	0,01	1,00								
Prep. Mistas	-0,17	0,32	0,27	-0,16	0,28	-0,35	0,26	0,26	0,33	<u>0,59</u>	0,00	0,09	-0,10	-0,22	-0,08	1,00							
Raízes	0,02	0,16	0,10	0,06	0,02	-0,07	0,15	0,33	0,14	-0,28	-0,13	0,17	0,30	-0,09	0,15	-0,07	1,00						
Sopas	0,06	0,09	-0,18	-0,16	-0,31	0,00	0,03	0,01	0,02	1,00	0,28	0,19	0,04	0,05	0,13	0,00	-0,10	1,00					
Suplementos	-0,28	0,15	0,01	<u>-0,44</u>	<u>0,48</u>	<u>-0,43</u>	-0,21	<u>-0,76</u>	-0,28	0,00	0,00	-0,27	0,05	<u>-0,40</u>	0,36	0,00	0,38	0,00	1,00				
Verduras	-0,02	0,11	0,13	-0,03	-0,06	-0,03	0,02	0,10	0,08	-0,14	-0,11	0,36	0,08	0,02	0,10	<u>0,66</u>	0,33	0,14	<u>0,56</u>	1,00			
Total	<u>0,52</u>	0,37	0,40	0,29	0,04	0,30	0,16	0,19	0,34	0,26	0,16	0,18	0,26	0,24	0,21	-0,30	0,08	0,28	-0,36	0,19	1,00		
GEE	<u>0,51</u>	0,16	0,21	0,18	0,01	0,09	-0,04	0,00	0,34	0,17	<u>0,41</u>	0,03	0,13	0,13	0,16	0,21	0,06	-0,10	-0,19	0,01	<u>0,40</u>	1,00	

6.3.2 Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Considerando que a fração de RSO corresponde a 37,33% do total de 605.601,83 t de RSD coletadas em Brasília no ano de 2018 (SLU, 2016), foi realizado o inventário de entradas e saídas, estimadas em relação à unidade funcional adotada (1 tonelada de RSO gerenciada). Os resultados são relacionados na Tabela 6.12.

Tabela 6.12: Inventário de Ciclo de Vida – Balanço de entradas e saídas no tratamento de 1 tonelada de RSO.

	Quantidade	Unidade
Entradas		
<i>Energia</i>		
Eletricidade (kWh)	2,64	kWh
Diesel (L)	2,09	L
Saídas		
<i>Emissões atmosféricas</i>		
Dióxido de carbono (CO ₂), fóssil (kg)	7,21	kg
Metano – CH ₄ (kg)	4,93	kg
Óxido nitroso – N ₂ O (g)	0,22	g
<i>Materiais e energia recuperados</i>		
Composto orgânico (kg)	26,63	kg

Estimou-se, então, a partir dos dados utilizados na geração do ICV os impactos do gerenciamento de RSO na categoria de mudanças climáticas, segundo o GWP100a. Os resultados obtidos, conforme a etapa do gerenciamento estão disponíveis na Figura 6.13. Os resultados mostraram que o impacto total do sistema de gerenciamento, em termos dos RSO seria de 104,09 Gg CO₂e/ano, o que representa 285,18 t CO₂e/dia e 151,82 kg CO₂e por tonelada de RSO gerenciada.

Quanto aos processos analisados na categoria de mudança climática global, verifica-se que o transporte representa a maior parte das emissões de GEE, com 91,58 kg CO₂e/kg RSO, ou seja, mais de 60% de participação nas emissões totais. Isso ocorre em função das grandes distâncias entre os centros urbanos das RA e as unidades de gerenciamento.

Além disso, foi possível observar que a logística de transporte atual não se mostra como solução otimizada. Um exemplo disso é o gerenciamento dos RSD coletados nas RA São Sebastião, Itapoã e Paranoá, que são encaminhados para o transbordo localizado em Sobradinho (vide

Figura 4.4) para depois serem encaminhados para o aterro sanitário. Esse trajeto implica numa distância muito maior do que se o local de destinação dos RSD dessas RA fosse a UTMB Asa Sul.

Neste contexto, visando reduzir os impactos do gerenciamento de RSO, seria necessário otimizar os roteiros de transporte. Um estudo publicado por Silva e Contreras (2020) propôs uma otimização dos destinos da coleta convencional de RSD em Brasília por meio de utilização de programação linear e os resultados mostraram o potencial de redução em 8,24% no consumo de combustíveis no transporte de RSD, o que implica na redução de 9.478,41 Gg CO₂e/ano.

Considerando os resultados obtidos no estudo de Silva e Contreras (2020) e o percentual de RSO em relação aos RSD, seria possível reduzir as emissões de GEE no gerenciamento de RSO em Brasília após a otimização do transporte em 3.538,29 Gg CO₂e/ano, ou seja, 5,16 kg CO₂e/kg RSO.

A contribuição das demais etapas do gerenciamento para as mudanças climáticas foi de 32,02 kg CO₂e/kg RSO (21,09%) para o processamento nas UTMB, 22,61 kg CO₂e/kg RSO (14,89%) para o aterro sanitário e 5,61 kg CO₂e/kg RSO (3,70%) para as estações de transbordo.

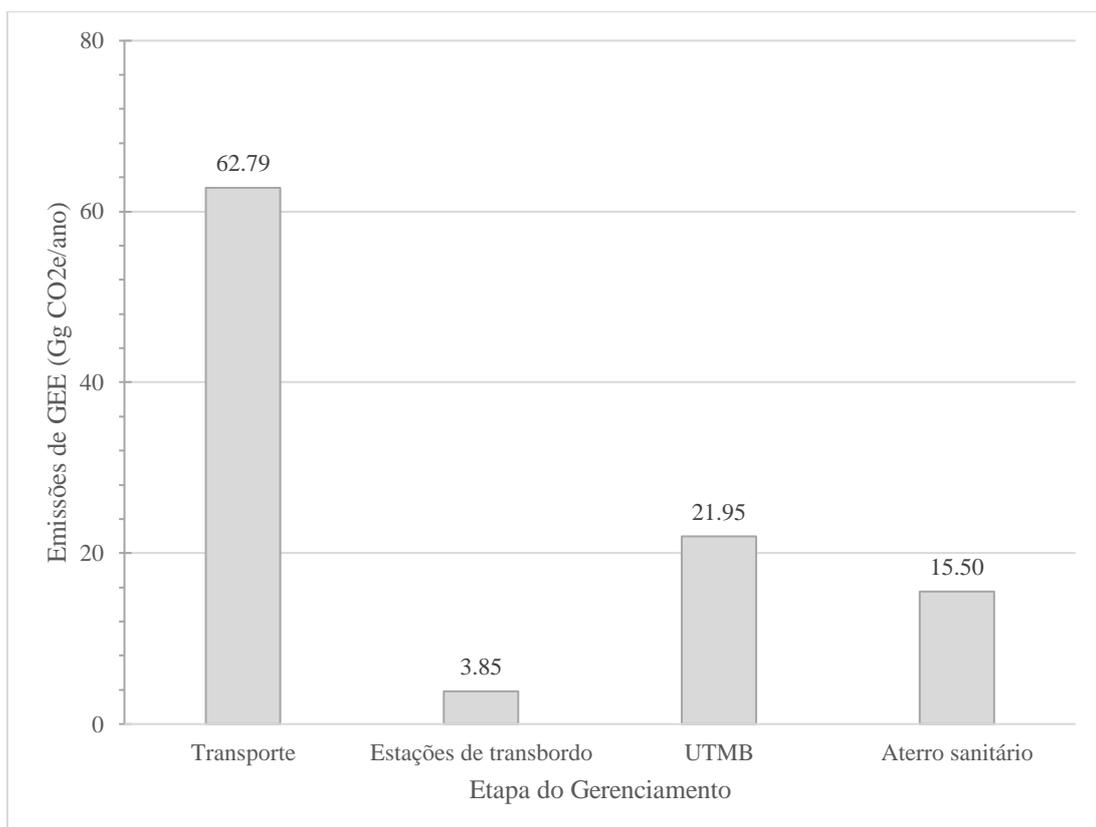


Figura 6.13: Emissões totais anuais de GEE por etapa do gerenciamento de RSO.

7 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que o total de alimentos consumidos em Brasília em dias típicos é de 4.342,48 t, dos quais mais de 30% do total são representados pela categoria bebidas. Também se destacaram o consumo de cereais, carnes e leguminosas, com 11,44%, 11,32% e 10,39% do total de alimentos, respectivamente.

Após a aplicação da ACV, estimou-se que em um dia típico, as emissões de GEE associadas ao consumo de alimentos em Brasília são de 11.062,39 t CO_{2e}, enquanto as emissões *per capita* são de 5,05 kg CO_{2e}/pessoa.

Os resultados das estimativas de emissões de GEE mostraram uma distribuição diferente da contribuição de cada categoria de alimentos para o total. Desta vez, o grupo predominante foram as carnes, que embora contabilizem cerca de 11% do total em massa consumido pelos indivíduos de Brasília, representam aproximadamente 55% do total de emissões de GEE. As bebidas também possuem um papel importante em termos de emissões de GEE, com 2.077,79 t CO_{2e}/dia, ou seja, 18,78% das emissões relacionadas à produção dos alimentos consumidos na área de estudo. Também possuem participação considerável nas emissões de GEE os cereais, as farinhas e massas e os laticínios.

Considerando a diferença entre os percentuais de cada categoria de alimentos em relação ao consumo e às emissões de GEE, além dos resultados obtidos na avaliação do inventário de ciclo de vida, pode-se concluir que a intensidade de emissões das carnes é elevada, principalmente das carnes bovina e suína.

Desta forma, futuras ações em relação à redução das emissões de GEE associadas ao consumo de alimentos em Brasília podem ser focadas na redução do consumo de proteína animal, ou substituição destes itens por proteínas menos impactantes, quer sejam animais (como aves ou peixes), ou vegetais (como proteína a base de soja e outros grãos).

Ao analisar as médias de emissões de GEE por indivíduo, segundo os grupos formados pelas variáveis sociodemográficas, foram encontradas diferenças significantes entre os grupos de indivíduos segundo o tipo de domicílio, a faixa etária e o sexo. Os residentes em casas apresentaram maior média de emissões de GEE, em relação aos moradores de apartamentos. Quanto à idade, os indivíduos entre 45 e 54 anos tiveram maior média de emissões, enquanto os idosos, com mais de 65 anos tiveram a menor média. Em comparação com as mulheres,

os homens representam o grupo com maior média de emissões em função do consumo de alimentos, com cerca de 27% a mais na contribuição diária para as mudanças climáticas.

As múltiplas comparações entre grupos de indivíduos formados de acordo com as variáveis sociodemográficas analisadas para as diferentes categorias de alimentos mostraram quais podem ser os grupos-alvo para futuras ações de mitigação das mudanças climáticas em relação aos alimentos em Brasília.

Para as carnes, principal contribuinte para as emissões totais de GEE relativas ao consumo de alimentos em Brasília, os grupos com maiores emissões são os formados por indivíduos do sexo masculino, ou por habitantes de casas ou com idade entre 45 e 54 anos.

As análises conduzidas nesta pesquisa foram capazes de identificar, para alguns grupos de indivíduos, quais as fontes de variações nas emissões de GEE associadas aos alimentos. Por exemplo, ao comparar as emissões de GEE da categoria carnes quanto à faixa etária, observou-se que o grupo com maiores emissões coincidia com o grupo de maior consumo: os indivíduos entre 45 e 54 anos. Além disso, as distribuições tanto do consumo, quanto das emissões foram semelhantes para a variável faixa etária. Então, foi possível inferir que a maior média de emissões se deu pela maior média de consumo.

Por outro lado, ao analisar as emissões relacionadas às bebidas também quanto à faixa etária, algumas variações no consumo não foram refletidas em emissões de GEE. Por exemplo, os indivíduos com idade entre 35 e 44 anos foram os responsáveis pelo maior consumo de bebidas, entretanto, o grupo com maior emissão de GEE possui entre 45 e 54 anos. Assim, houve indicativo de padrões de consumo diferentes entre os grupos, de modo que os grupos com maior consumo total da categoria e menos emissões consomem, em média, alimentos com impactos menos intensos em relação às mudanças climáticas.

Investigou-se então a correlação entre o consumo em cada categoria de alimentos, o consumo total de alimentos e as emissões individuais de GEE. Os resultados não mostraram forte dependência entre as variáveis selecionadas. Apenas uma correlação moderada para o consumo de bebidas e fraca para o consumo de alimentos, em comparação com as emissões, mostrando que embora o montante consumido tenha influência no total de emissões de GEE, a intensidade de emissões por item também tem papel fundamental.

Entretanto, não foi possível realizar inferências mais detalhadas sobre a relação entre intensidade de emissões por alimento, consumo e total de emissões de GEE por categoria.

Assim, sugere-se para estudos futuros a avaliação detalhada dos padrões de dieta de diferentes faixas da população, conforme idade, renda, escolaridade, e outras variáveis sociodemográficas. Além disso, pode-se avaliar em outras pesquisas a correlação entre o consumo e a intensidade de emissões para cada categoria, avaliando assim qual a sua influência no total de emissões de GEE da categoria.

Continuando a explorar os impactos do consumo de alimentos, sabe-se que existe uma relação importante entre este consumo e a produção de resíduos sólidos. Embora não tenha sido possível estimar a contribuição do desperdício de alimentos e do descarte de partes não-comestíveis para a geração de resíduos sólidos orgânicos (RSO), realizou-se uma estimativa do impacto do gerenciamento de uma tonelada de RSO para as emissões de GEE.

Os resultados mostraram que 104,09 t CO₂e/ano são liberadas para a atmosfera ao gerenciar os RSO em Brasília, o que representa 151,82 kg CO₂e por tonelada de RSO gerenciada e 94,03 Gg CO₂e/dia, sendo o transporte a etapa de gerenciamento mais impactante, com mais de 60% de participação nas emissões totais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **NBR 8849 - Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos.** Abnt. Associação Brasileira de Normas Técnicas, , 1985.

ABNT. **NBR 8419 - Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos** Abnt. Associação Brasileira de Normas Técnicas, , 1992.

ABNT, A. B. DE N. T. NBR 12980 - Coleta , varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos. **Abnt.**, p. 1–6, 1993.

ABNT, A. B. DE N. T. ABNT NBR 10004 Resíduos Sólidos - Classificação. . 2004, p. 77.

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos no Brasil 2020** ABRELPE. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>>.

AKENJI, L.; CHEN, H. A framework for shaping sustainable lifestyles. 2016.

ALLEN, M. R. et al. Framing and Context. **Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change**, 2018.

ANDERSSON, D. et al. Greenhouse gas emissions and subjective well-being: An analysis of Swedish households. **Ecological Economics**, 2014.

APAYDIN, O.; GONULLU, M. T. Emission control with route optimization in solid waste collection process: A case study. **Sadhana**, v. 33, n. 2, p. 71–82, 2008.

ARAÚJO, S. M. V. G. DE; JURAS, I. DA A. G. M. **Comentários à Lei dos Resíduos Sólidos**. S. Paulo (SP): Ed. Pílares, 2011.

ARRAIS, C. DE S. M.; CONTRERAS, F. **ESTIMATIVA DA CONTRIBUIÇÃO DA MOBILIDADE URBANA NO DISTRITO FEDERAL PARA O AQUECIMENTO GLOBAL EM 2016**. 26º CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNB E 17º DO DF. **Anais...** Brasília: 2020 Disponível em: <<https://conferencias.unb.br/index.php/iniciacaoocientifica/26CICUNB17DF/paper/view/31433>>

ASSELIN-BALENÇON, A. et al. **AGRIBALYSE v3.0: la base de données française d'ICV sur l'Agriculture et l'Alimentation. Methodology for the food products**.

(ADEME 2020, Ed.). [s.l: s.n.]. Disponível em: <www.AGRIBALYSE.fr>.

BARROS, R. T. DE V. **Elementos de Gestão de Resíduos Sólidos**. 1. ed. Belo Horizonte: [s.n.].

BEVIR, M.; TRENTMANN, F. Civic choices: Retrieving perspectives on rationality, consumption and citizenship. In: SOPER, K.; TRENTMANN, F. (Eds.). . **Citizenship an Consumption**. [s.l.] Basingstroke: Palgrave, 2008. p. 19–33.

BHOYAR, S. P. et al. Understanding the Impact of Lifestyle on Individual Carbon-footprint. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, 2014.

BILITEWSKI, B.; OROS, C.; CHRISTENSEN, T. H. Mechanical Biological Treatment. In: **Solid Waste Technology & Management**. [s.l: s.n.]. v. 2p. 628–638.

BILITEWSKI, B.; WINKLER, J. Comparative evaluation of life cycle assessment models for solid waste management. **WASTE MANAGEMENT**, v. 27, n. 8, p. 1021–1031, 2007.

BILLA, L.; PRADHAN, B. GIS modeling for selection of a transfer station site for residential solid waste separation and recycling. **Pertanika Journal of Science and Technology**, v. 21, n. 2, p. 487–498, 2013.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos** Brazil, 2010. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental Departamento de Mudanças Climáticas Gerência de Qualidade do Ar. p. 114, 2011.

BRASIL. **Fatores de emissão da margem de operação pelo método da análise de despacho** Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações Brasília MCTIC, , 2017. Disponível em: <https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao_despacho.html>

BRUNDTLAND, G. H. **Our Common Future** Oxford paperbacks, 1987. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>> <<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Our+common+future#0>>

CAESB. **Estações de Tratamento de Esgoto**. Disponível em:

<<https://www.caesb.df.gov.br/lai/3-portal/esgoto/25-unidades-de-tratamento-de-esgoto.html>>. Acesso em: 20 out. 2018.

CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Lixo Municipal - Manual de Gerenciamento Integrado**. 3. ed. São Paulo: [s.n.].

CHEN, D. D. et al. **Ecological footprint analysis of food consumption of rural residents in China in the latest 30 years**. Agriculture and Agricultural Science Procedia. **Anais...2010**

CODEPLAN. **PDAD - Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios 2018**. Relatório Codeplan. Secretaria de Fazenda, Planejamento, Orçamento e Gestão. Governo do Distrito Federal. **Anais...2019**

CONAB. **Portal de Informações Agropecuárias**. Disponível em: <<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/produtos-360.html>>.

CONSOLI, F. et al. Guidelines for Life-Cycle Assessment: A “Code of Practice”. **The Sesimbra Portugal 31 March 3 April 1993 Meeting of the Society of Environmental Toxicology and Chemistry SETAC**, v. 1, n. 1, p. 55–55, 1993.

CONTRERAS, A. M. et al. Comparative Life Cycle Assessment of four alternatives for using by-products of cane sugar production. **Journal of Cleaner Production**, 2009.

CONTRERAS, F. et al. Application of analytical hierarchy process to analyze stakeholders preferences for municipal solid waste management plans, Boston, USA. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 52, n. 7, p. 979–991, 2008.

CREUTZIG, F. et al. **Beyond Technology: Demand-Side Solutions for Climate Change Mitigation**SSRN. [s.l: s.n.].

CREUTZIG, F. Economic and ecological views on climate change mitigation with bioenergy and negative emissions. **GCB Bioenergy**, 2016.

CUCURACHI, S. et al. Life Cycle Assessment of Food Systems. **One Earth**, 2019.

CURRAN, M. A. Life Cycle Assessment: A review of the methodology and its application to sustainability. **Current Opinion in Chemical Engineering**, v. 2, n. 3, p. 273–277, 2013.

DE BOER, I. J. M. et al. **Greenhouse gas mitigation in animal production: Towards an integrated life cycle sustainability assessment**Current Opinion in Environmental

Sustainability, 2011.

DICK, M.; ABREU DA SILVA, M.; DEWES, H. Life cycle assessment of beef cattle production in two typical grassland systems of southern Brazil. **Journal of Cleaner Production**, 2015.

DICK, M.; DA SILVA, M. A.; DEWES, H. Mitigation of environmental impacts of beef cattle production in southern Brazil - Evaluation using farm-based life cycle assessment. **Journal of Cleaner Production**, 2015.

DIETZ, T. et al. Household actions can provide a behavioral wedge to rapidly reduce US carbon emissions. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 2009.

DOUGLAS, M.; C. ISHERWOOD, B. The world of goods: towards an anthropology of consumption : with a new **Book**, 1996.

EPA. Life cycle assessment: inventory guidelines and principles. **Environmental Protection Agency**, p. 108, 1993.

FAO. **FAO Statistical Yearbook 2020 - World Food and Agriculture, Food and Agriculture Organization of the United Nations**. [s.l: s.n.].

FEI, F. et al. Mechanical biological treatment of municipal solid waste: Energy efficiency, environmental impact and economic feasibility analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 178, p. 731–739, 2018.

FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P. DA. Manual prático para a compostagem de bioossólidos. **Programa de Pesquisa em Saneamento Básico - PROSAB. Universidade Estadual de Londrina - UEL**, p. 91, 1999.

FINNVEDEN, G. et al. **Recent developments in Life Cycle Assessment** **Journal of Environmental Management**, 2009.

FINNVEDEN, G.; LINDFORS, L.-G. On the nordic guidelines for life cycle assessment. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 1, n. 1, p. 45–48, 1996.

FLORINDO, T. J. et al. Carbon footprint and Life Cycle Costing of beef cattle in the Brazilian midwest. **Journal of Cleaner Production**, 2017.

FRISCHKNECHT, R. et al. **Implementation of Life Cycle Impact Assessment**

Methods Swiss Centre for Life Cycle Inventories. Dübendorf: [s.n.].

FUSS, S. et al. Betting on negative emissions. **Nature Climate Change**, 2014.

GARCIA, M. B. DOS S. et al. Resíduos Sólidos: Responsabilidade Compartilhada. **Semioses**, v. 9, n. 2, p. 77–91, 2016.

GDF. **About Brasilia**. Disponível em: <<http://www.df.gov.br/333/>>. Acesso em: 16 mar. 2021.

GONZÁLEZ-GARCÍA, S. et al. Environmental life cycle assessment of a galician cheese: San Simon da Costa. **Journal of Cleaner Production**, 2013.

GUINÉE, J. B. et al. Quantitative life cycle assessment of products. 2. Classification, valuation and improvement analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 1, n. 2, p. 81–91, 1993.

GUINÉE, J. B. et al. **Handbook on life cycle assessment - Operational guide to the ISO standards**. [s.l: s.n.]. v. v. 7

GUINÉE, J. B. **Handbook on life cycle assessment: Operational guide to the ISO standards**. [s.l: s.n.]. v. v. 7

GUINÉE, J. B.; UDO DE HAES, H. A.; HUPPES, G. Quantitative life cycle assessment of products. 1: Goal definition and inventory. **Journal of Cleaner Production**, v. 1, n. 1, p. 3–13, 1993.

HÄRDLE, W. K.; SIMAR, L. **Applied multivariate statistical analysis, fourth edition**. [s.l: s.n.].

HAUSCHILD, M. Z.; HUIJBREGTS, M. A. J. Life Cycle Impact Assessment. **Life Cycle Impact Assessment**, p. 1–16, 2015.

HEINONEN, J.; KYRÖ, R.; JUNNILA, S. Dense downtown living more carbon intense due to higher consumption: A case study of Helsinki. **Environmental Research Letters**, 2011.

HENRIKSSON, P. J. G. et al. Measuring the potential for sustainable intensification of aquaculture in Bangladesh using life cycle assessment. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 2018.

HILLMAN, T.; RAMASWAMI, A. Greenhouse gas emission footprints and energy use benchmarks for eight U.S. cities. **Environmental Science and Technology**, 2010.

HOOLOHAN, C. et al. Mitigating the greenhouse gas emissions embodied in food through realistic consumer choices. **Energy Policy**, 2013.

HOORNWEG, D.; SUGAR, L.; GÓMEZ, C. L. T. Cities and greenhouse gas emissions: moving forward. **Environment and Urbanization**, 2011.

IBAM. **Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. [s.l: s.n.].

IBAM. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: [s.n.].

IBAM. Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo**, p. 44, 2007.

IBAM - INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. [s.l: s.n.].

IBGE. **IBGE Censo 2010**.

IBGE. **POF: 2017-2018 : análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020.

IBGE. **IBGE | Projeção da população**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html?utm_source=portal&utm_medium=popclock&utm_campaign=novo_popclock>. Acesso em: 16 mar. 2021.

IEA. **World Energy Outlook 2008**. Paris: [s.n.].

IGES; AALTO UNIVERSITY; D-MAT LTD. **1.5-Degree Lifestyles: Targets and Options for Reducing Lifestyle Carbon Footprints. Technical Report**. Hayama: [s.n.].

IPCC. **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. [s.l: s.n.]. v. 4

IPCC. Climate Change 2007 Synthesis Report. **Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team IPCC, 2007**.

IPCC. **Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. [s.l: s.n.].

IPCC. **Climate Change 2014: Synthesis Report**. [s.l: s.n.].

IPCC. Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change - Summary for Policymakers. 2014c.

IPEA. **Taxa de câmbio comercial para venda: real (R\$) / dólar americano (US\$) -**

média.

ISO. **ISO 14040:2006**International Organization for Standardization, 2006a. Disponível em: <www.iso.org>

ISO. **ISO 14044:2006**International Organization for Standardization, 2006b. Disponível em: <<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14044:ed-1:v1:en>>

ISWA. Waste and Climate Change: ISWA White Paper. **International Solid Waste Association**, p. 1–40, 2012.

IVANOVA, D. et al. Environmental Impact Assessment of Household Consumption. **Journal of Industrial Ecology**, 2016.

JUNIOR, A. P. ARLINDO PHILIPPI JUNIOR SISTEMA DE RESÍDUOS SÓLIDOS : COLETA E TRANSPORTE. 1979.

KAISER, F. G. et al. Ecological behavior and its environmental consequences: A life cycle assessment of a self-report measure. **Journal of Environmental Psychology**, 2003.

KOMILIS, D. P. Conceptual modeling to optimize the haul and transfer of municipal solid waste. **Waste Management**, v. 28, n. 11, p. 2355–2365, 2008.

KROZER, J.; VIS, J. C. How to get LCA in the right direction? **Journal of Cleaner Production**, v. 6, n. 1, p. 53–61, 1998.

KUMAR, S.; MADLENER, R. **Energy systems and COP21 Paris climate agreement targets in Germany: an integrated modeling approach**. 2018 7th International Energy and Sustainability Conference (IESC). **Anais...IEEE**, maio 2018Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/8440004/>>

LATHUILLIÈRE, M. J. et al. Land occupation and transformation impacts of soybean production in Southern Amazonia, Brazil. **Journal of Cleaner Production**, 2017.

LATHUILLIÈRE, M. J.; BULLE, C.; JOHNSON, M. S. Complementarity in mid-point impacts for water use in life cycle assessment applied to cropland and cattle production in Southern Amazonia. **Journal of Cleaner Production**, 2019.

LEME, M. M. V. Avaliação das Opções Tecnológicas para Geração de Energia a Partir dos Resíduos Sólidos Urbanos: Estudo de Caso. **Juno.Unifei.Edu.Br**, p. 0–138, 2010.

LETTENMEIER, M.; LAAKSO, S.; TOIVIO, V. FUTURE HOUSEHOLDS: SMALLER

FOOTPRINT, BETTER LIFE? In: MATASCI, L. AND (Ed.). . **Boosting Resource Productivity by Adopting the Circular Economy**,. Villigen PSI: Paul Scherrer Institute, 2017. p. 293–297.

MACDIARMID, J. I. **Is a healthy diet an environmentally sustainable diet?** Proceedings of the Nutrition Society. **Anais...**2013

MEINSHAUSEN, M. et al. Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2°C. **Nature**, 2009.

MENIKPURA, S. N. M. et al. Mechanical Biological Treatment as a Solution for Mitigating Greenhouse Gas Emissions from Landfills in Thailand. n. September, p. 17–19, 2009.

MERRILD, H.; LARSEN, A. W.; CHRISTENSEN, T. H. Assessing recycling versus incineration of key materials in municipal waste: The importance of efficient energy recovery and transport distances. **Waste Management**, 2012.

MICHAELIS, L.; DAVIDSON, O. GHG mitigation in the transport sector. **Energy Policy**, 1996.

MIETTINEN, P.; HAMALAINEN, R. P. How to benefit from decision analysis in environmental {LCA}. **European Journal of Operational Research**, v. 102, n. 2, p. 279–294, 1997.

MOYA, C. et al. Exergetic analysis in cane sugar production in combination with Life Cycle Assessment. **Journal of Cleaner Production**, 2013.

MUKAKA, M. M. A guide to appropriate use of correlation coefficient in research. **Malawi Medical Journal**, 2012.

NOTARNICOLA, B. et al. Environmental impacts of food consumption in Europe. **Journal of Cleaner Production**, 2017.

NÜTZENADEL, A.; TRENTMANN, F. **Food and Globalization: Consumption, Markets and Politics in the Modern World (Cultures of Consumption)**. English Ed ed. [s.l.] Berg Publishers, 2008.

OGLIARI, P. J.; ANDRADE, D. F. DE. **Estatística básica para as ciências agrônômicas e biológicas com noções de experimentação**. Florianópolis, SC: [s.n.].

OTT, R. L.; LONGNECKER, M. **An Introduction to Statistical Methods and Data**

Analysis. 7th. ed. [s.l.] Cengage, 2016.

PARRAVICINI, V.; SVARDAL, K.; KRAMPE, J. Greenhouse Gas Emissions from Wastewater Treatment Plants. **Energy Procedia**, v. 97, p. 246–253, 2016.

PATHAK, H. et al. Carbon footprints of Indian food items. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 2010.

REBITZER, G. et al. Life cycle assessment: Part 1: Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. **Environment International**, v. 30, n. 5, p. 701–720, 2004.

RODRIGUES, E. R. Aplicação Integrada De Acv E Mcda Para a Tomada De Decisão Do Sistema De Tratamento Do Resíduo Sólido Orgânico Dos Restaurantes Universitários Da Unicamp Campinas 2017. 2017.

SAADE, M. R.; SILVA, M. G.; GOMES, V. A Avaliação do Ciclo de Vida – ACV e a etapa de avaliação de impactos ambientais : considerações sobre o uso de diferentes métodos e seus reflexos nos resultados finais. **Natureza on line**, v. 12, p. 109–116, 2014.

SALOMONE, R.; IOPPOLO, G. Environmental impacts of olive oil production: A Life Cycle Assessment case study in the province of Messina (Sicily). **Journal of Cleaner Production**, 2012.

SAXE, H.; LARSEN, T. M.; MOGENSEN, L. The global warming potential of two healthy Nordic diets compared with the average Danish diet. **Climatic Change**, 2013.

SILVA, V. A. O.; CONTRERAS, F. Proposta de otimização do transporte de resíduos sólidos urbanos coletados no Distrito Federal. **Revista Tecnologia e Sociedade**, 2020.

SILVA, V.; CONTRERAS, F.; BORTOLETO, A. P. Life-cycle assessment of municipal solid waste management options: A case study of refuse derived fuel production in the city of Brasilia, Brazil. **Journal of Cleaner Production**, 2021.

SLU. Relatório Da Análise Gravimétrica Dos Resíduos Sólidos Urbanos Do Distrito Federal - 2015. p. 73, 2016.

SLU. **Relatório de Atividades**. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2019/06/RELATORIO-ANUAL-2018-1.pdf>>.

- SLU. **Relatório de Análises de Chorume**. [s.l: s.n.].
- SMART, B. **Consumer society: Critical issues and environmental consequences**. [s.l: s.n.].
- SONESSON, U. et al. **Industrial processing versus home cooking: An environmental comparison between three ways to prepare a meal**. *Ambio. Anais...*2005
- STEPHENS, J. C. Carbon capture and storage: A controversial climate mitigation approach. **International Spectator**, 2015.
- STERN, P. C. Toward a working definition of consumption for environmental research and policy. In: **Environmentally significant consumption: Research directions**. [s.l: s.n.].
- THORNTON, B.; TIZARD, H. J. “Not in My Back Yard”. **Social Psychology**, v. 41, n. 4, p. 255–262, 2010.
- TUKKER, A. et al. Environmental impacts of changes to healthier diets in Europe. **Ecological Economics**, 2011.
- UNEP. **Global guidance principles for life cycle assessment Databases**. [s.l: s.n.].
- UNITED NATIONS. Paris Agreement. **21st Conference of the Parties**, 2015.
- VEERAMANI, A. **Carbon Footprinting Dietary Choices in Ontario: A life cycle approach to assessing sustainable, healthy & socially acceptable diets**. [s.l.] University of Waterloo, 2015.
- VEERAMANI, A.; DIAS, G. M.; KIRKPATRICK, S. I. Carbon footprint of dietary patterns in Ontario, Canada: A case study based on actual food consumption. **Journal of Cleaner Production**, 2017.
- VIEUX, F. et al. Greenhouse gas emissions of self-selected individual diets in France: Changing the diet structure or consuming less? **Ecological Economics**, 2012.
- VIRTANEN, Y. et al. Carbon footprint of food - Approaches from national input-output statistics and a LCA of a food portion. **Journal of Cleaner Production**, 2011.
- WASSERMAN, L. **All of Statistics: A Concise Course in Statistical**. [s.l: s.n.].
- WEBER, C. L.; MATTHEWS, H. S. Food-miles and the relative climate impacts of food choices in the United States. **Environmental Science and Technology**, 2008.

WERNET, G. et al. The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. **International Journal of Life Cycle Assessment**, 2016.

WILSON, J.; TYEDMERS, P.; SPINNEY, J. E. L. An exploration of the relationship between socioeconomic and well-being variables and household greenhouse gas emissions. **Journal of Industrial Ecology**, 2013.

WORLD BANK. **Cities and Climate Change an urgent agenda**. [s.l: s.n.].

YUSUF, R. O. et al. **Methane emission by sectors: A comprehensive review of emission sources and mitigation methods** **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 2012.

ZHANG, S.; BI, X. T.; CLIFT, R. A Life Cycle Assessment of integrated dairy farm-greenhouse systems in British Columbia. **Bioresource Technology**, 2013.

ANEXO A – Classificação dos grupos de Alimentos e preparações

Grupo	Itens POF-IBGE
Bebidas	<p>Refresco tang; Bebida alcoólica; Cachaca; Caipirinha; Batida de qualquer sabor; Cerveja; Vinho; Suco; Suco natural de fruta; Suco de laranja; Suco de maracuja; Suco de goiaba; Suco de manga; Suco de uva; Suco de abacaxi; Limonada; Suco de acerola; Suco de morango; Suco natural, mistura de frutas; Suco de pessego; Suco verde; Suco de cupuacu; Suco natural de vegetais; Suco natural, mistura de frutas e vegetais; Suco de tamarindo; Suco detox; Suco de caja/ mangaba/ tapereba e outros regionais; Refresco de caju; Refresco de limao; Refresco de laranja; Refresco; Q-suco; Refresco de maracuja; Refrigerante de cola tradicional; Coca cola tradicional; Refrigerante de guarana tradicional; Refrigerante não especificado; Refrigerante de laranja tradicional; Refrigerante de uva tradicional; Guarana tradicional; Sprite refrigerante tradicional; Refrigerante de limao tradicional; Fanta laranja tradicional; Bebida refrigerante, tipo h2o; Refresco de guarana natural; Ice tea tradicional; Refrigerante de cola light; Toddyinho; Leite achocolatado; Leite aromatizado; Bebida achocolatada; Leite de soja com sabor; Leite de soja em po; Cafe; Cafe com leite; Cafe tipo capuccino; Cafe tipo expresso; Cha mate; Chimarrao; Cha diet (preto, camomila, erva cidreira, capim limao, etc); Cha (preto, camomila, erva cidreira, capim limao, etc); Cha verde, cha branco, cha vermelho; Cha, ervas não especificado; Caldo de cana; Energetico; Bebida energetica; Bebida isotonica; Agua de coco; Cevada em po;</p>
Carnes	<p>File mignon; Contrafile; Bisteca bovina; Alcatra; Picanha; Tatu (lagarto redondo); Musculo bovino; Chamberil; Carne marica bovina; Costela bovina; Rabada bovina; Mocoto bovino; Carne moida; Bife; Carne bovina; Bife a milanesa; Bife de panela; Carne de panela; Hamburger de carne bovina; Costela; Churrasco; Churrasquinho; Bife a parmegiana; Almondega; Strogonoff / estrogonofe; Pacoca de carne de sol; Costela com aipim / macaxeira / mandioca; Carne com batata, inhame, batata baroa ou aipim; Carne com legumes (exceto batata, inhame e aipim); Carne de boi com legumes; Carne cozida com legumes e batata; Ensopado de carne com legumes e batata; Carne assada recheada; Carne desfiada; Lagarto recheado com cenoura; Lagarto recheado com linguica; Picadinho de carne; Quibe assado / quibe de forno; Strogonoff / estrogonofe de carne; Bisteca suina / bisteca de porco; Costela suina / costela de porco; Carne suina / carne de porco; Carne de porco; Pernil (de porco / suino); Carne de porco com legumes; Parte de galinha ou frango não especificada; Frango em pedacos; Galinha em pedacos; Carne de galinha; Frango desfiado; Peito de galinha ou frango; File de frango; Sobrecoxa / coxa de frango / galinha; Asa de galinha ou frango; Drumete de galinha ou frango; Peito de peru; Chester; Frango a passarinho; Hamburger de frango; Bife de frango ou galinha a parmegiana; Steak de frango; Galinha com arroz; Galinhada; Galinhada caipira; Frango com batata / inhame / batata baroa / aipim; Frango com legumes (exceto batata,inhame e aipim); Frango caipira; Frango ensopado; Frango ou galinha com pequi; Frango ou galinha ao molho pardo / galinha de cabidela; Fricasse de frango ou galinha; Strogonoff / estrogonofe de frango ou galinha; File de peixe; Peixe do mar (em posta, em file, etc); Ceviche de peixe; Sashimi; Peixe de agua doce (em posta, em file, etc); Peixe não especificado (em posta, em file, etc); Sardinha em conserva; Atum em conserva; Salmao em conserva; Peixe salgado (em posta, em file, etc); Bacalhau; Peixe de agua doce salgado (em posta, em file, etc); Bobo de camarao; Caldo de pinto; Camarao com molho branco; Peixe assado com legumes e batatas; Peixe ensopado com batatas; Peixe ao leite de coco; Carne de sol; Carne salgada não especificada; Linguica (suina, bovina, mista, etc); Linguica</p>

Grupo	Itens POF-IBGE
	calabresa; Linguica de frango; Salsicha; Mortadela; Presunto; Salame; Salaminho; Pate (figado, calabres, frango, presunto, etc); Figado bovino; Figado bovino (bife); Lingua bovina; Lingua suina / lingua de porco; Bucho / dobradinha ensopado(a); Coracao de frango; Figado de galinha ou frango; ,
Cereais	Arroz (polido, parboilizado, agulha, agulhinha, etc); Arroz branco; Arroz integral; Arroz 7 grãos; Risoto; Sushi; Charuto de repolho com frango ; Arroz à grega ; Arroz carreteiro/arroz tropeiro ; Maria isabel; Arroz de leite; Arroz chop suey; Arroz com frango e pequi; Arroz com legumes; Arroz com lentilha; Arroz com macarrão / aletria / alitria / cabelo de anjo; Arroz com salsicha / linguça; Arroz com frango / arroz com capote; Bolinho de arroz; Temaki; Cuscuz; Pamonha; Milho verde em conserva; Angu de milho; Polenta; Pipoca doce ou salgada; Milho cozido; Cuscuz marroquino; ,
Doces	Barra de chocolate; Brigadeiro; Chocolate; Bombom de qualquer marca; Ovo de pascoa; Tablete de chocolate; Chocolate, tablete não especificado; Confete; Chocolate, tablete, ao leite; Chocolate, tablete, branco; Chocolate, tablete, meio amargo; Chocolate, tablete, ao leite, recheado; Achocolatado em po; Canjica; Pudim de leite; Cuscuz com leite; Mousse; Doce de leite; Milk shake; Pudim de qualquer sabor; Curau de milho; Chandele de qualquer sabor; Arroz-doce; Leite condensado; Pasta de amendoim; Doce de amendoim; Pacoca; Pacoquinha de amendoim; Goiabada; Doce de frutas em pasta de qualquer sabor; Banana flambada; Doce de frutas em calda de qualquer sabor; Geleia de frutas de qualquer marca ou sabor; Sorvete de qualquer sabor industrializado; Din din; Sorvete de casquinha / cone; Picole de qualquer sabor industrializado; Sorvete à base de iogurte; Rapadura; Sorvete sundae; Melado; Açúcar; Mel; Adocante artificial; Gelatina de qualquer sabor; Bala; Tapioca doce recheada; Gemada; Pizza doce de qualquer sabor; Jujuba; Pave de qualquer sabor; Doce de abobora; Barra de cereais; Pirulito; Crepe / panqueca de fruta com Açúcar e canela; Cocada; Geleia de mocoto; Bala de goma; Marshmallow; Crepe / panqueca de geleia; Churro; Barra de cereais doce; Pastel com recheio doce; Bala de fruta; Chicletes; Doce de frutas em barra ou pasta light; Geleia diet; ,
Farinhas e massas	Lasanha; Beiju; Farinha de tapioca ; Tapioca de goma ; Tapioca; Farofa; Farofa com carne / linguica/ bacon; Farofa com ovos; Farofa de couve; Farofa pronta; Farofa de banana; Farinha de aveia; Aveia em flocos; Sucrilhos de milho; Cereal matinal de milho em flocos; Farinha lactea; Granola; Panqueca; Lasanha / lazanha de beringela; Crepe; Lazanha; Lasanha / lazanha de frango ou galinha; Miojo; Macarrão instantâneo; Macarrão; Macarronada; Macarrão com carne ; Macarrão com peixe ; Macarrão com salsicha ; Macarrão cremoso/sugo/tomate; Macarrão com frango ou galinha ; Massa/macarrão integral; Macarrão com queijo; Macarrão com legumes ; Macarrão com molho branco; Macarrão com camarão; Yakissoba; Yakissoba de carne; Macarão ao alho e óleo; Macarrão com linguça; Salada de macarrão; ,
Frutas	Abacaxi; Açai; Açai com guaraná e granola; Banana da terra; Banana (ouro, prata, d'água, etc); Laranja (pêra, seleta, lima, da terra, etc); Maçã; Mamão; Papaia ; Manga; Melancia; Tangerina; Mexerica; Uva; Uva passa; Damasco; Fruta seca ou desidratada; Limão (comum, galego, etc); Abacate; Caqui; Melão; Pêra; Pêssego; Pinha (fruta de conde); Goiaba; Ameixa; Cereja; Cajá manga; Jabuticaba / jaboticaba; Morango; Sapoti; Pequi; Pitanga; Acerola; Kiwi; Abriçó; Lichia; Salada de frutas; ,

Grupo	Itens POF-IBGE
Laticínios	Leite de vaca integral; Leite de vaca fresco; Leite em po integral; Leite em po; Leite não especificado pasteurizado; Leite de vaca desnatado; Leite de vaca semidesnatado; Mucilon; Mingau de arroz; Mingau de milho; Mingau de maizena; Mingau (fuba, aveia, farinha, etc); Vitamina; Vitamina de banana; Vitamina de banana com aveia; Vitamina de mamão; Vitamina de abacate; Vitamina de morango; Vitamina mista; Vitamina de fruta com leite e cereal; Queijo prato; Queijo colonial; Queijo muçarela; Mussarela / mucarela; Queijo de Minas; Queijo de coalho; Queijo canastra; Queijo ricota; Queijo ralado; Requeijão; Queijo cremoso; Queijo não especificado; Iogurte de qualquer sabor; Iogurte desnatado; Iogurte natural; Coalhada; Creme de leite; Yakult de qualquer sabor; Bebida láctea; Leite fermentado; Leite sem lactose; Kefir; Iogurte de qualquer sabor light; Queijo muçarela / mucarela light; Queijo de Minas light; Requeijão light; Queijo não especificado light; ,
Legumes	Purê de abóbora / jerimum / gerimum; Abóbora; Cenoura; Chuchu; Pepino; Picles; Tomate; Cogumelo em conserva; Abobrinha; Jiló; Maxixe; Palmito in natura; Pimentão; Pimenta malagueta; Quiabo; Vagem; Berinjela / beringela; Alho; Vegetais não especificados; Nabo em conserva; Salada de legumes; Salada de legumes e verduras; Batata, cenoura e chuchu; Jardineira de legumes; Legumes gratinados; Refogadinho de legumes; Salada de legumes, verduras e frutas; Cogumelo in natura; ,
Leguminosas	Feijão (preto, mulatinho, roxo, rosinha, etc); Feijão de corda; Feijão verde; Feijoada; Baião de dois; Feijão tropeiro; Tutu; Arroz com feijão; Dobradinha com feijão branco; Feijão com bacon; Feijão com linguiça; Proteína de soja; Tofu; Strogonoff / estrogonofe de carne de soja; Ervilha em grão; Andu; Grão de bico; Lentilha; Ervilha em vagem; Petit pois; ,
Molhos e condimentos	Ketchup; Molho de tomate; Mostarda molho; Shoyo; Canela; Sal; ,
Oleaginosas (castanhas, nozes, amendoins)	Coco seco ; Chia ; Coco verde ; Castanha do Brasil ; Licuri ; Castanhas não especificadas ; Castanhas e sementes, mistura; Tahini, pasta; Amendoim (em grão) (in natura) ; Castanha do Pará ; Castanha de Caju; Noz ; Amêndoa ; Coco não especificado ; ,
Óleos e gorduras	Margarina com ou sem sal; Leite de coco; Azeite de oliva; Toucinho; Azeitona; Manteiga com ou sem sal; Maionese (molho); Bacon; Oleo de coco; Torresmo; Margarina light; ,
Ovos	Ovo de galinha; Ovos mexidos; Omelete; Ovo de codorna; Omelete com legumes; Omelete com carne; Omelete com queijo e presunto; ,

Grupo	Itens POF-IBGE
Panificados	Pão francês; Pão de sal; Pão com manteiga; Pão de forma industrializado de qualquer marca; Bisnaguinha; Pão com margarina; Torrada de qualquer Pão; Pão não especificado; Pãozinho; Pão careca; Pão de batata; Pão caseiro; Pão de trigo; Pão de hamburguer; Pão de milho; Pão para wrap; Torrada doce; Pão integral; Pão arabe integral; Torrada integral; Pão de sal integral; Pão frances integral; Pão doce; Rosca doce; Panetone; Pão de leite; Pão doce com recheio; Pão de mel; Pão doce sem recheio; Bolo de chocolate; Bolo de milho ; Bolo de trigo; Bolo simples; Bolo de cenoura; Bolo de laranja; Bolo de mandioca ; Bolo doce com recheio e cobertura; Bolo de banana; Bolo de fubá; Bolo de tapioca ; Bolo de coco; Bolo de aipim ; Bolo de limao; Filhos (bolinho de farinha de trigo e ovos); Bolo de chocolate com recheio e cobertura; Bolo de cara; Bolo de arroz ; Bolo de cenoura sem recheio com cobertura; Tortas doces de qualquer sabor; Biscoito doce; Bolacha doce; Rosquinha doce; Broa; Biscoito salgado; Bolacha salgada; Biscoito de polvilho; Biscoito não especificado; Biscoito salgado integral; Biscoito recheado; Bolacha recheada; Salgadinho de milho (tipo doritos, fandangos, cheetos); Salgadinho batata chips (tipo ruffles); Chips (salgadinhos); Biscoito waffer / wafer light; Bolo diet simples; Bolacha salgada light; Pão integral light; Brioche; ,
Pizzas, salgados e sanduíches	Pizza; Pizza calabreza; Pizza de frango com catupiry; Pizza portuguesa; Pizza de queijos; Pizza mucarela / mussarela; Pão de queijo; Tapioca salgada recheada; Nuggets de frango; Salgadinho; Tapioca recheada com queijo; Tapioca recheio não-especificado; Pastel (queijo, carne, palmito, etc); Enroladinho; Tranca salgada recheada; Tapioca recheada com carne e queijo; Rosca recheada; Rissole / rizole (queijo, carne, camarao, etc); Empada (queijo, carne, camarao, etc); Pastel de forno/pastel assado (queijo, carne, palmito, etc); Mini pastel; Mini chicken empanado; Croissant com recheio salgado; Esfirra; Bolinho de aipim; Coxinha; Quibe; Esfirra de carne; Esfirra de frango; Bolinha de queijo; Cachorro quente; Misto quente ou frio; Pão com queijo; Hamburguer (sanduiche); Pão com mortadela; Pão com ovo; Pão com queijo e presunto; Wrap de carne; Sanduiche natural; Sanduiche de carne assada; Sanduiche de queijo prato com presunto; Sanduiche de queijo; Pão com presunto; Pão com carne assada; Pão com salame; Sanduiche de atum; Sanduiche de file; Pão com peito de peru; X-bacon; Sanduiche bauru; Wrap frango ou galinha; Sanduiche de presunto; Sanduiche de mortadela; Pão com rosbife; Americano; Cachorro quente completo; Sanduiche de queijo minas; Sanduiche de queijo prato; Sanduiche de peito de peru; Queijo quente; Tortas salgadas de qualquer sabor; Escondidinho de carne seca; Escondidinho de carne; Cuscuz paulista; Cuscuz de legumes; Quiche de peixes (salmao, atum, sardinha etc); Torta de frango ou galinha; Torta de carne; Torta de peixe / atum / sardinha; Torta de presunto e queijo; ,
Preparações mistas	Mexido; Creme de queijo; Cozido; Salada de maionese; Batata com molho branco e queijo; Cuscuz de arroz; ,
Raízes e tubérculos	Batata doce; Batata inglesa; Batata (não especificada); Purê de batata; Batata palito; Batata palha; Mandioca; Pirão; Inhame; Beterraba; Nabo; ,
Sopas e caldos	Canja; Caldo de carne; Caldo de feijao; Sopa (legumes, carne, etc); Sopa / creme de abobora; Sopa de feijao; Sopa de frango com legumes; Sopa de legumes; Sopa / caldo de mandioca / mandioquinha / batata baroa / inhame; Sopa de legumes macarrao e carne; Sopa / creme de ervilha; ,

Grupo	Itens POF-IBGE
Suplementos	Complemento alimentar de qualquer sabor; Suplemento proteico e outros; Concentrado alimentar diet shake; Diet shake; Sustagem; Vitaminas, minerais e outros; ,
Verduras	Alface; Couve; Repolho; Repolho roxo; Repolho verde; Vinagrete; Salada ou verdura crua, exceto de fruta; Salada de alface, tomate e cebola; Salada de folhas; Salada de rúcula e tomate seco; Salada de tomate; Chicória; Couve-flor; Mostarda (verdura); Agrião; Acelga; Brócolis; Rúcula; Aspargos fresco; Vegetais folhosos não especificados; Salada ou verdura cozida, exceto de fruta; ,

ANEXO B – Processos Ecoinvent 3.6 Cutoff, U utilizados na estimativa das emissões de GEE por item

Processo	Itens POF-IBGE	Intensidade de emissões de GEE (kgCO2e/kg)
almond production almond Cutoff, U - RoW	Castanha do Brasil ; Castanhas não especificadas ; Castanhas e sementes, mistura; Castanha do Pará ; Noz ; Amêndoa ;	1.54966
apple production apple Cutoff, U - RoW	Maçã;	0.34617
apricot production apricot Cutoff, U - RoW	Damasco; Fruta seca ou desidratada; Abricó;	0.11691
aubergine production, open field aubergine Cutoff, U - RoW	Berinjela / beringela;	0.15746
avocado production avocado Cutoff, U - GLO	Abacate;	0.48530
banana production banana Cutoff, U - RoW	Banana da terra; Banana (ouro, prata, d'água, etc);	0.21295
barley production barley grain Cutoff, U - RoW	Cevada em po;	0.57884
Beer, regular (4-5° alcohol)	Cerveja;	0.59784
bell pepper production, open field bell pepper Cutoff, U - RoW	Jiló; Maxixe; Pimentão; Quiabo;	1.47492
Bolognese-style pasta (spaghetti, tagliatelle...), at plant	Lasanha; Panqueca; Lasanha / lasanha de beringela; Crepe; Lasanha; Lasanha / lasanha de frango ou galinha; Miojo; Macarrão instantâneo; Macarrão; Macarronada; Macarrão com carne ; Macarrão com peixe ; Macarrão com salsicha ; Macarrão cremoso/sugo/tomate; Macarrão com frango ou galinha ; Massa/macarrão integral; Macarrão com queijo; Macarrão com legumes ;	4.42619

Processo	Itens POF-IBGE	Intensidade de emissões de GEE (kgCO2e/kg)
	Macarrão com molho branco; Macarrão com camarão; Yakissoba; Yakissoba de carne; Macarrão ao alho e óleo; Macarrão com linguiça; Salada de macarrão;	
Bread, french bread	Pão francês; Pão de sal; Pão com manteiga; Pão de forma industrializado de qualquer marca; Bisnaguinha; Pão com margarina; Torrada de qualquer Pão; Pão não especificado; Pãozinho; Pão careca; Pão de batata; Pão caseiro; Pão de trigo; Pão de hamburguer; Pão de milho; Pão para wrap; Torrada doce; Pão integral; Pão arabe integral; Torrada integral; Pão de sal integral; Pão frances integral; Brioche;	0.81702
broccoli production broccoli Cutoff, U - GLO	Brócolis;	0.30803
butter production, from cow milk butter, from cow milk Cutoff, U - GLO	Manteiga com ou sem sal;	7.33877
butter production, from cow milk buttermilk, from cow milk Cutoff, U - GLO	Yakult de qualquer sabor; Leite fermentado;	3.22461
butter production, from cream, from cow milk skimmed milk, from cow milk Cutoff, U - GLO	Leite de vaca desnatado; Leite de vaca semidesnatado; Leite sem lactose;	0.61253
cabbage red production cabbage red Cutoff, U - GLO	Repolho roxo;	0.16188

Processo	Itens POF-IBGE	Intensidade de emissões de GEE (kgCO2e/kg)
cabbage white production cabbage white Cutoff, U - RoW	Couve; Repolho; Repolho verde;	0.15588
carrot production carrot Cutoff, U - RoW	Cenoura;	0.11562
cashew production cashew Cutoff, U - RoW	Castanha de Caju;	6.87201
cauliflower production cauliflower Cutoff, U - GLO	Couve-flor;	0.26601
cheese production, soft, from cow milk cheese, from cow milk, fresh, unripened Cutoff, U - GLO	Queijo prato; Queijo colonial; Queijo muzzarella; Mussarela / mucarela; Queijo de minas; Queijo de coalho; Queijo canastra; Queijo ricota; Queijo ralado; Requeijao; Queijo cremoso; Queijo não especificado; Queijo mussarela / mucarela light; Queijo de minas light; Requeijao light; Queijo não especificado light; Bolinha de queijo; Torta de presunto e queijo; Creme de queijo;	10.74076
chicken production chicken for slaughtering, live weight Cutoff, U - GLO	Parte de galinha ou frango não especificada; Frango em pedacos; Galinha em pedacos; Carne de galinha; Frango desfiado; Peito de galinha ou frango; File de frango; Sobrecoxa / coxa de frango / galinha; Asa de galinha ou frango; Drumete de galinha ou frango; Peito de peru; Chester; Frango a passarinho; Hamburguer de frango; Bife de frango ou galinha a parmegiana; Steak de frango; Galinha com arroz; Galinhada; Galinhada caipira; Frango com batata / inhame / batata baroa / aipim; Frango com legumes (exceto batata, inhame e aipim); Frango caipira; Frango ensopado; Frango ou galinha com pequi; Frango ou galinha ao molho pardo / galinha de cabidela; Fricasse de frango ou galinha; Strogonoff / estrogonofe de frango ou	2.09925

Processo	Itens POF-IBGE	Intensidade de emissões de GEE (kgCO2e/kg)
	galinha; Caldo de pinto; Linguica de frango; Coracao de frango; Fígado de galinha ou frango; Nuggets de frango; Mini chicken empanado; Coxinha; Esfirra de frango; Torta de frango ou galinha; Canja; Sopa de frango com legumes;	
chickpea production chickpea Cutoff, U - RoW	Grão de bico;	0.69365
chilli production chilli Cutoff, U - RoW	Pimenta malagueta;	0.13074
coconut oil production, crude coconut oil, crude Cutoff, U - RoW	Leite de coco; Oleo de coco;	2.13740
coconut production, dehusked coconut, dehusked Cutoff, U - RoW	Coco seco ; Coco verde ; Coco não especificado ; Água de coco;	0.67509
coffee green bean production, arabica coffee, green bean Cutoff, U - BR	Cafe; Cafe tipo expresso;	4.98493
Cola, with sugar and artificial sweetener at packaging	Refrigerante de cola tradicional; Coca cola tradicional; Refrigerante de guarana tradicional; Refrigerante não especificado; Refrigerante de laranja tradicional; Refrigerante de uva tradicional; Guarana tradicional; Sprite refrigerante tradicional; Refrigerante de limao tradicional; Fanta laranja tradicional; Bebida refrigerante, tipo h2o; Refresco de guarana	0.28355

Processo	Itens POF-IBGE	Intensidade de emissões de GEE (kgCO2e/kg)
	natural; Ice tea tradicional; Refrigerante de cola light;	
cucumber production cucumber Cutoff, U - GLO	Pepino; Picles;	2.77015
demersal fish to generic market for marine fish fish, marine Cutoff, U - GLO	Peixe do mar (em posta, em file, etc); Ceviche de peixe; Sashimi; Peixe salgado (em posta, em file, etc); Bacalhau; Bobo de camarao; Camarao com molho branco; Quiche de peixes (salmao, atum, sardinha etc); Torta de peixe / atum / sardinha;	1.91201
Eggs - Input and Output Data imported from Agribalyse 3.0.1	Ovo de galinha; Ovos mexidos; Omelete; Ovo de codorna; Omelete com legumes; Omelete com carne; Omelete com queijo e presunto;	0.49520
fava bean production, organic fava bean, organic Cutoff, U - RoW	Feijão (preto, mulatinho, roxo, rosinha, etc); Feijão de corda; Feijão verde; Feijoada; Baião de dois; Feijão tropeiro; Tutu; Arroz com feijão; Dobradinha com feijão branco; Feijão com bacon; Feijão com linguiça; Andu; Vagem; Caldo de feijao; Sopa de feijao; Sopa / creme de ervilha;	0.59704
fish canning, small fish fish canning, small fish Cutoff, U - RoW	Sardinha em conserva; Atum em conserva; Salmao em conserva;	4.89196
grape production grape Cutoff, U - RoW	Uva; Uva passa;	0.24830
kiwi production kiwi Cutoff, U - GLO	Kiwi;	0.31426
lemon production lemon Cutoff, U - RoW	Limão (comum, galego, etc);	0.25392

Processo	Itens POF-IBGE	Intensidade de emissões de GEE (kgCO2e/kg)
lettuce361 production lettuce Cutoff, U - RoW	Alface; Salada de folhas; Salada de rúcula e tomate seco; Chicória; Mostarda (verdura); Agrião; Acelga; Rúcula; Vegetais folhosos não especificados;	0.12170
linseed production linseed Cutoff, U - RoW	Chia ;	0.94250
maize grain processing, dry milling maize flour Cutoff, U - RoW	Beiju; Farinha de tapioca ; Tapioca de goma ; Tapioca; Farofa; Farofa com carne / linguica/ bacon; Farofa com ovos; Farofa de couve; Farofa pronta; Farofa de banana; Sucrilhos de milho; Cereal matinal de milho em flocos;	0.34256
maize grain production maize grain Cutoff, U (copy) - BR-GO	Cuscuz; Pamonha; Milho verde em conserva; Angu de milho; Polenta; Pipoca doce ou salgada; Milho cozido; Cuscuz marroquino; Cuscuz paulista; Cuscuz de legumes;	0.30593
mandarin production mandarin Cutoff, U - RoW	Tangerina; Mexerica;	0.43423
mango production mango Cutoff, U - BR	Manga; Goiaba; Cajá manga; Pequi; Salada de frutas;	0.24533

Processo	Itens POF-IBGE	Intensidade de emissões de GEE (kgCO2e/kg)
market for cattle for slaughtering, live weight cattle for slaughtering, live weight Cutoff, U - BR	File mignon; Contrafile; Bisteca bovina; Alcatra; Picanha; Tatu (lagarto redondo); Musculo bovino; Chambaril; Carne marica bovina; Costela bovina; Rabada bovina; Mocoto bovino; Carne moida; Bife; Carne bovina; Bife a milanesa; Bife de panela; Carne de panela; Hamburguer de carne bovina; Costela; Churrasco; Churrasquinho; Bife a parmegiana; Almondega; Strogonoff / estrogonofe; Pacoca de carne de sol; Costela com aipim / macaxeira / mandioca; Carne com batata, inhame, batata baroa ou aipim; Carne com legumes (exceto batata, inhame e aipim); Carne de boi com legumes; Carne cozida com legumes e batata; Ensopado de carne com legumes e batata; Carne assada recheada; Carne desfiada; Lagarto recheado com cenoura; Lagarto recheado com linguica; Picadinho de carne; Quibe assado / quibe de forno; Strogonoff / estrogonofe de carne; Carne de sol; Carne salgada não especificada; Linguica (suina, bovina, mista, etc); Pate (figado, calabres, frango, presunto, etc); Figado bovino; Figado bovino (bife); Lingua bovina; Bucho / dobradinha ensopado(a); Quibe; Esfirra de carne; Tortas salgadas de qualquer sabor; Escondidinho de carne seca; Escondidinho de carne; Torta de carne; Caldo de carne; Cozido;	24.46539
melon production melon Cutoff, U - GLO	Melancia; Melão;	0.18940

Processo	Itens POF-IBGE	Intensidade de emissões de GEE (kgCO2e/kg)
milk production, from cow cow milk Cutoff, U - RoW	Leite de vaca integral; Leite de vaca fresco; Leite em po integral; Leite em po; Leite não especificado pasteurizado; Mucilon; Mingau de arroz; Mingau de milho; Mingau de maizena; Mingau (fuba, aveia, farinha, etc); Vitamina; Vitamina de banana; Vitamina de banana com aveia; Vitamina de mamão; Vitamina de abacate; Vitamina de morango; Vitamina mista; Vitamina de fruta com leite e cereal; Coalhada; Kéfir; Café com leite; Café tipo capuccino;	1.41312
oat production oat grain Cutoff, U - RoW	Farinha de aveia; Aveia em flocos; Granola;	0.68171
olive production olive Cutoff, U - RoW	Azeite de oliva; Azeitona;	0.52682
onion production onion Cutoff, U - RoW	Alho;	0.29831
Orange juice; industrial production	Refresco tang; Suco; Suco natural de fruta; Suco de laranja; Suco de maracujá; Suco de goiaba; Suco de manga; Suco de uva; Suco de abacaxi; Limonada; Suco de acerola; Suco de morango; Suco natural, mistura de frutas; Suco de pessego; Suco verde; Suco de cupuacu; Suco natural de vegetais; Suco natural, mistura de frutas e vegetais; Suco de tamarindo; Suco detox; Suco de caja/ mangaba/ tapereba e outros regionais; Refresco de caju; Refresco de limão; Refresco de laranja; Refresco; Q-suco; Refresco de maracujá;	0.27807
orange production, processing grade orange, processing grade Cutoff, U - BR	Laranja (pêra, seleta, lima, da terra, etc); Jaboticaba / jaboticaba; Pitanga; Acerola;	0.16618

Processo	Itens POF-IBGE	Intensidade de emissões de GEE (kgCO2e/kg)
palm date production palm date Cutoff, U – GLO	Palmito in natura; Açaí; Açaí com guaraná e granola;	1.49084
palm fruit bunch production palm fruit bunch Cutoff, U - RoW	Licuri ;	0.30372
papaya production papaya Cutoff, U - GLO	Mamão; Papaia ;	0.19822
peach production peach Cutoff, U - RoW	Caqui; Pêssego; Pinha (fruta de conde); Ameixa; Cereja; Sapoti; Lichia;	0.43360
peanut production peanut Cutoff, U - RoW	Amendoim (em grão) (in natura) ;	1.68629
pear production pear Cutoff, U - RoW	Pêra;	0.39411
pineapple production pineapple Cutoff, U - GLO	Abacaxi;	0.23732
Pizza, salami. Adaptado de Agribalyse 3.0.1.	Pizza;	2.92078
potato production potato Cutoff, U – RoW	Vegetais não especificados; Salada de legumes; Salada de legumes e verduras; Batata, cenoura e chuchu; Jardineira de legumes; Legumes gratinados; Refogadinho de legumes; Salada de legumes, verduras e frutas; Batata doce; Batata inglesa; Batata (não especificada); Purê de batata; Batata palito; Batata palha; Mandioca; Pirão; Inhame; Sopa (legumes, carne, etc); Sopa de legumes; Sopa / caldo de mandioca / mandioquinha / batata baroa / inhame; Sopa de legumes macarrao e carne; Salada de maionese; Batata com molho branco e queijo;	0.20074

Processo	Itens POF-IBGE	Intensidade de emissões de GEE (kgCO2e/kg)
protein pea production protein pea Cutoff, U - RoW	Ervilha em grão; Lentilha; Ervilha em vagem; Petit pois;	0.27475
radish production radish Cutoff, U - GLO	Nabo em conserva; Nabo;	6.62357
rice production, non-basmati rice, non-basmati Cutoff, U (copy) - RoW	Arroz (polido, parboilizado, agulha, agulhinha, etc); Arroz branco; Arroz integral; Arroz 7 grãos; Risoto; Sushi; Charuto de repolho com frango ; Arroz à grega ; Arroz carreteiro/arroz tropeiro ; Maria isabel; Arroz de leite; Arroz chop suey; Arroz com frango e pequi; Arroz com legumes; Arroz com lentilha; Arroz com macarrão / aletria / alitria / cabelo de anjo; Arroz com salsicha / linguiça; Arroz com frango / arroz com capote; Bolinho de arroz; Temaki; Cuscuz de arroz;	1.74770
sesame seed production sesame seed Cutoff, U - RoW	Tahini, pasta;	2.56562
soybean beverage production soybean beverage Cutoff, U - RoW	Leite de soja com sabor; Leite de soja em po;	0.56439
strawberry production, open field, macro tunnel strawberry Cutoff, U - RoW	Morango;	0.36052
sugar beet production sugar beet Cutoff, U - RoW	Beterraba;	0.05517
sugarcane processing, traditional annexed plant sugar, from sugarcane Cutoff, U – BR	Rapadura; Melado; Açúcar;	0.12704
swine production swine for slaughtering, live weight Cutoff, U – RoW	Bisteca suina / bisteca de porco; Costela suina / costela de porco; Carne suina / carne de porco; Carne de porco; Pernil (de porco / suino); Carne	6.19325

Processo	Itens POF-IBGE	Intensidade de emissões de GEE (kgCO2e/kg)
	de porco com legumes; Linguica calabresa; Salsicha; Mortadela; Presunto; Salame; Salaminho; Língua suína / língua de porco; Toucinho; Bacon; Torresmo;	
tap water production, conventional treatment tap water Cutoff, U - BR	Água mineral; Água mineral sem gás; Água mineral com gás; Água;	0.00028
tea production, dried tea, dried Cutoff, U - RoW	Chá mate; Chamarrao; Chá diet (preto, camomila, erva cidreira, capim limão, etc); Chá (preto, camomila, erva cidreira, capim limão, etc); Chá verde, chá branco, chá vermelho; Chá, ervas não especificadas;	1.99784
tilapia production, extensive aquaculture, in pond tilapia Cutoff, U - GLO	File de peixe; Peixe de água doce (em posta, em file, etc); Peixe não especificado (em posta, em file, etc); Peixe de água doce salgado (em posta, em file, etc); Peixe assado com legumes e batatas; Peixe ensopado com batatas; Peixe ao leite de coco;	3.22916
tofu production tofu Cutoff, U - RoW	Proteína de soja; Tofu; Strogonoff / estrogonofe de carne de soja;	1.46588
tomato production, fresh grade, open field tomato, fresh grade Cutoff, U - RoW	Vinagrete; Salada ou verdura crua, exceto de fruta; Salada de alface, tomate e cebola; Salada de tomate; Salada ou verdura cozida, exceto de fruta; Tomate;	0.17790
white asparagus production white asparagus Cutoff, U - RoW	Aspargos fresco;	0.34751
yogurt production, from cow milk cream, from cow milk Cutoff, U - RoW	Creme de leite; Bebida láctea; Iogurte de qualquer sabor light;	2.07390

Processo	Itens POF-IBGE	Intensidade de emissões de GEE (kgCO2e/kg)
yogurt production, from cow milk yogurt, from cow milk Cutoff, U - RoW	Farinha lactea; logurte de qualquer sabor; logurte desnatado; logurte natural; Toddynho; Leite achocolatado; Leite aromatizado; Bebida achocolatada;	1.55821
zucchini production zucchini Cutoff, U - GLO	Purê de abóbora / jerimum / gerimum; Abóbora; Chuchu; Abobrinha; Sopa / creme de abobora;	0.13763

ANEXO C – Relação de Processos cujo Inventário foi Importado da Base de Dados Agribalyse 3.0.1 e Adaptado para Ecoinvent 3.6 Cutoff, U

Processo	Itens POF-IBGE
Beer, regular (4-5° alcohol), at plant (AGB 3.0)	Cerveja.
Bolognese-style pasta (spaghetti, tagliatelle...), at plant	Lasanha; Panqueca; Lasanha / lasanha de beringela; Crepe; Lasanha; Lasanha / lasanha de frango ou galinha; Miojo; Macarrão instantâneo; Macarrão; Macarronada; Macarrão com carne ; Macarrão com peixe ; Macarrão com salsicha ; Macarrão cremoso/sugo/tomate; Macarrão com frango ou galinha ; Massa/macarrão integral; Macarrão com queijo; Macarrão com legumes ; Macarrão com molho branco; Macarrão com camarão; Yakissoba; Yakissoba de carne; Macarrão ao alho e óleo; Macarrão com linguiça; Salada de macarrão.
Bread, French bread (baguette or ball), with yeast, at plant	Pão francês; Pão de sal; Pão com manteiga; Pão de forma industrializado de qualquer marca; Bisnaguinha; Pão com margarina; Torrada de qualquer Pão; Pão não especificado; Pãozinho; Pão careca; Pão de batata; Pão caseiro; Pão de trigo; Pão de hamburguer; Pão de milho; Pão para wrap; Torrada doce; Pão integral; Pão arabe integral; Torrada integral; Pão de sal integral; Pão frances integral; Brioche.
Cola, with sugar and artificial sweetener(s), processed in FR Chilled PET at distribution	Refrigerante de cola tradicional; Coca cola tradicional; Refrigerante de guarana tradicional; Refrigerante não especificado; Refrigerante de laranja tradicional; Refrigerante de uva tradicional; Guarana tradicional; Sprite refrigerante tradicional; Refrigerante de limao tradicional; Fanta laranja tradicional; Bebida refrigerante, tipo h2o; Refresco de guarana natural; Ice tea tradicional; Refrigerante de cola light.
Egg, conventional, indoor production, cage 2012 rules	Ovo de galinha; Ovos mexidos; Omelete; Ovo de codorna; Omelete com legumes; Omelete com carne; Omelete com queijo e presunto.

Processo	Itens POF-IBGE
Orange juice; industrial production; at plant; NFC; 1L (AGB 3.0)	Refresco tang; Suco; Suco natural de fruta; Suco de laranja; Suco de maracuja; Suco de goiaba; Suco de manga; Suco de uva; Suco de abacaxi; Limonada; Suco de acerola; Suco de morango; Suco natural, mistura de frutas; Suco de pessego; Suco verde; Suco de cupuacu; Suco natural de vegetais; Suco natural, mistura de frutas e vegetais; Suco de tamarindo; Suco detox; Suco de caja/ mangaba/ tapereba e outros regionais; Refresco de caju; Refresco de limao; Refresco de laranja; Refresco; Q-suco; Refresco de maracuja.
Pizza, chorizo or salami, at plant	Pizza; Pizza calabreza; Pizza de frango com catupiry; Pizza portuguesa; Pizza de queijos; Pizza mucarela / mussarela.

ANEXO D – Lista de modificações/adaptações nos processos Ecoinvent 3.6

Cutoff

Cereais e Leguminosas

rice production, non-basmati | rice, non-basmati | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Irrigation	market for irrigation irrigation Cutoff, U - GLO	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider

fava bean production, organic | fava bean, organic | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Combine harvesting	market for combine harvesting combine harvesting Cutoff, U - GLO	combine harvesting combine harvesting Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Drying of bread grain, seed and legumes	market for drying of bread grain, seed and legumes drying of bread grain, seed and	drying of bread grain, seed and legumes drying of bread grain, seed	Provider substituído. Adaptação da matriz energética do novo provider

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
	legumes Cutoff, U - GLO	and legumes Cutoff, U - RoW	considerando a matriz brasileira (utilização do provider market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U – BR)
Fava bean seed, organic, for sowing	market for fava bean seed, organic, for sowing fava bean seed, organic, for sowing Cutoff, U - GLO	fava bean seed production, organic, for sowing fava bean seed, organic, for sowing Cutoff, U- RoW	Provider substituído. Adaptação da matriz energética do novo provider considerando a matriz brasileira.

tofu production | tofu | Cutoff, U - RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Electricity, medium voltage	Combinação de várias localidades	market group for electricity, medium voltage electricity, medium voltage Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Tap water	Combinação de várias localidades	market for tap water tap water Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Soybean, organic (substituído por soybean)	Market for soybean, organic soybean, organic Cutoff, U - GLO	soybean production soybean Cutoff, U -BR-GO	Substituição de flow e provider
Biowaste	market for biowaste biowaste Cutoff, U - CH	market for biowaste biowaste Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider
Wastewater, average	market for wastewater, average wastewater, average Cutoff, U - CH	market for wastewater, average wastewater, average Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider

protein pea production | protein pea | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Combine harvesting	market for combine harvesting combine harvesting Cutoff, U - GLO	combine harvesting combine harvesting Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Drying of bread grain, seed and legumes	market for drying of bread grain, seed and legumes drying of bread grain, seed and legumes Cutoff, U - GLO	drying of bread grain, seed and legumes drying of bread grain, seed and legumes Cutoff, U - RoW	Provider substituído. Adaptação da matriz energética do novo provider considerando a matriz brasileira (utilização do provider market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U – BR)
Fertilising, by broadcaster	market for fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - GLO	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Pea seed, for sowing	market for pea seed, for sowing pea seed, for sowing Cutoff, U - GLO	pea seed, for sowing pea seed, for sowing Cutoff, U - RoW	Provider substituído. Adaptação da matriz energética do novo provider considerando a matriz brasileira (utilização do

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
			provider market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U – BR)

chickpea production | chickpea | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Pea seed, for sowing	market for pea seed, for sowing pea seed, for sowing Cutoff, U - GLO	pea seed, for sowing pea seed, for sowing Cutoff, U - RoW	Provider substituído. Adaptação da matriz energética do novo provider considerando a matriz brasileira (utilização do provider market group for electricity, low voltage electricity, low

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
			voltage Cutoff, U – BR)

Verduras

lettuce361 production | lettuce | Cutoff, U – GLO; zucchini production | zucchini | Cutoff, U – GLO; cucumber production | cucumber | Cutoff, U - GLO

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Electricity, low voltage	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - GLO	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - GLO	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Irrigation	market group for irrigation irrigation Cutoff, U - GLO	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Tap water	market group for tap water tap	market for tap water tap water Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
	water Cutoff, U - GLO		
Transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados da Conab (2019).

cabbage white production | cabbage white | Cutoff, U – RoW; cabbage red production | cabbage red | Cutoff, U – GLO; cauliflower production | cauliflower | Cutoff, U – GLO; broccoli production | broccoli | Cutoff, U – GLO;

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Electricity, low voltage	Combinação de várias localidades	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - GLO	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados da Conab (2019).

white asparagus production | white asparagus | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Asparagus seedig, for planting	market for asparagus seedling, for planting asparagus seedling, for planting Cutoff, U - GLO	asparagus seedling production, for planting asparagus seedling, for planting Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster fertilising, by	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
	broadcaster Cutoff, U - GLO		
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider

tomato production, fresh grade, open field | tomato, fresh grade | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - GLO	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
mancozeb	market for mancozeb mancozeb Cutoff, U - GLO		Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider

Transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados da Conab (2019).
--	---	--	---

carrot production | carrot | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
application of plant protection product, by field sprayer	market for application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - GLO	application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
carrot seed, for sowing	market for carrot seed, for sowing carrot seed, for sowing Cutoff, U - GLO	carrot seed production, for sowing carrot seed, for sowing Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster fertilising, by	fertilising, by broadcaster fertilising, by	Apenas substituição do provider

	broadcaster Cutoff, U - GLO	broadcaster Cutoff, U - BR	
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados da Conab (2019).

bell pepper production, open field | bell pepper | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Naphtha	Combinação de várias localidades	market for naphtha naphtha Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight,	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados da Conab (2019).

		lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	
--	--	---	--

aubergine production, open field | aubergine | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados da Conab (2019).

onion production | onion | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Onion seedling, for planting	market for onion seedling, for planting onion seedling, for	market for onion seedling, for planting onion seedling, for	Atualização do provider considerando a

	planting Cutoff, U – GLO	planting Cutoff, U – GLO	matriz energética brasileira.
Transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados da Conab (2019).

radish production | radish | Cutoff, U – GLO

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Electricity, low voltage	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - GLO	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - GLO	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Irrigation	market group for irrigation irrigation Cutoff, U - GLO	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider

Tap water	market group for tap water tap water Cutoff, U - GLO	market for tap water tap water Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
-----------	--	---	---------------------------------

chilli production | chilli | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider

palm date production | palm date | Cutoff, U – GLO

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Irrigation	market group for irrigation irrigation Cutoff, U - GLO	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider

Raízes e tubérculos

potato production | potato | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - GLO	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Potato grading	potato grading potato grading Cutoff, U - RoW	potato grading potato grading Cutoff, U - RoW	Atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
Potato seed, for setting	market for potato seed, for setting potato seed, for setting Cutoff, U - GLO	potato seed production, for setting potato seed, for setting Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
Transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight,	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados da Conab (2019).

		lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	
--	--	---	--

sugar beet production | sugar beet | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - GLO	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
sugar beet seed, for sowing	market for sugar beet seed, for sowing sugar beet seed, for sowing Cutoff, U - GLO	sugar beet seed production, for sowing sugar beet seed, for sowing Cutoff, U - GLO	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
Transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados da Conab (2019).

Frutas

pineapple production | pineapple | Cutoff, U – GLO

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Electricity, low voltage	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - GLO	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - GLO	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Irrigation	market group for irrigation irrigation Cutoff, U - GLO	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados da Conab (2019).

banana production | banana | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
-------------	--------------------------	----------------------------	-------------------

Electricity, low voltage	Combinação de várias localidades	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - GLO	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Naphtha	Combinação de várias localidades	market for naphtha naphtha Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados da Conab (2019).

orange production, processing grade | orange, processing grade | Cutoff, U – BR

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
-------------	--------------------------	----------------------------	-------------------

Transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados da Conab (2019).
--	---	--	---

apple production | apple | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Application of plant protection product, by field sprayer	market for application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - GLO	application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - GLO	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider

Transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados da Conab (2019).
--	---	--	---

papaya production | papaya | Cutoff, U – GLO

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Electricity, low voltage	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - GLO	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - GLO	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Irrigation	market group for irrigation irrigation Cutoff, U - GLO	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified	Flow adicionado. Quantidade obtida

		transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	por meio de dados da Conab (2019).
--	--	--	------------------------------------

mango production | mango | Cutoff, U – BR

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados da Conab (2019).

melon production | melon | Cutoff, U – GLO

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Electricity, low voltage	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - GLO	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - GLO	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider

Irrigation	market group for irrigation irrigation Cutoff, U - GLO	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados da Conab (2019).

mandarin production | mandarin | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Application of plant protection product, by field sprayer	market for application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - GLO	application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - GLO	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider

Irrigation	market group for irrigation irrigation Cutoff, U - GLO	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados da Conab (2019).

grape production | grape | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Electricity, low voltage	Combinação de várias localidades	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Fertilising, by broadcaster	Combinação de várias localidades	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Irrigation	market group for irrigation irrigation Cutoff, U - GLO	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider

Transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados da Conab (2019).
--	---	--	---

apricot production | apricot | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Application of plant protection product, by field sprayer	market for application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - GLO	application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - GLO	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider

Transport, tractor and trailer, agricultural	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural Cutoff, U - CH	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider
--	---	--	---------------------------------

lemon production | lemon | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Application of plant protection product, by field sprayer	market for application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - GLO	application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - GLO	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation	Apenas substituição do provider

		irrigation Cutoff, U - BR	
Transport, tractor and trailer, agricultural	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural Cutoff, U - CH	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider
Transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados da Conab (2019).

avocado production | avocado | Cutoff, U – GLO

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Electricity, low voltage	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - GLO	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster	fertilising, by broadcaster fertilising, by	Apenas substituição do provider

	fertilising, by broadcaster Cutoff, U - GLO	broadcaster Cutoff, U - BR	
Irrigation	market group for irrigation irrigation Cutoff, U - GLO	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados da Conab (2019).

pear production | pear | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Application of plant protection product, by field sprayer	market for application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - GLO	application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster	fertilising, by broadcaster fertilising, by	Apenas substituição do provider

	fertilising, by broadcaster Cutoff, U - GLO	broadcaster Cutoff, U - BR	
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Transport, tractor and trailer, agricultural	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural Cutoff, U - CH	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider
Transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados da Conab (2019).

peach production | peach | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
-------------	--------------------------	--------------------------------	-------------------

Application of plant protection product, by field sprayer	market for application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - GLO	application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - GLO	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Transport, tractor and trailer, agricultural	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural Cutoff, U - CH	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider
Transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified	Flow adicionado. Quantidade obtida

		transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	por meio de dados da Conab (2019).
--	--	--	------------------------------------

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Electricity, low voltage	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - GLO	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - GLO	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Irrigation	market group for irrigation irrigation Cutoff, U - GLO	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight,	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados da Conab (2019).

		lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	
--	--	---	--

strawberry production, open field, macro tunnel | strawberry | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Strawberry seedling, for planting	market for strawberry seedling, for planting strawberry seedling, for planting Cutoff, U - GLO	strawberry seedling production, in unheated greenhouse, for planting strawberry seedling, for planting Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
Transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados da Conab (2019).

Oleaginosas

coconut production, dehusked | coconut, dehusked | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Transport, tractor and trailer, agricultural	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural Cutoff, U - CH	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider
Transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados da Conab (2019).

cashew production | cashew | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation	Apenas substituição do provider

		irrigation Cutoff, U - BR	
Transport, tractor and trailer, agricultural	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural Cutoff, U - CH	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider

peanut production | peanut | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Application of plant protection product, by field sprayer	market for application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - GLO	application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Combine harversting	market for combine harvesting combine harvesting Cutoff, U - GLO	combine harvesting combine harvesting Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by	fertilising, by broadcaster	Apenas substituição do provider

	broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - GLO	fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Transport, tractor and trailer, agricultural	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural Cutoff, U - CH	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider

linseed production | linseed | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Application of plant protection product, by field sprayer	market for application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - GLO	application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider

Combine harversting	market for combine harvesting combine harvesting Cutoff, U - GLO	combine harvesting combine harvesting Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - GLO	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Linseed seed, for sowing	market for linseed seed, for sowing linseed seed, for sowing Cutoff, U - GLO	linseed seed production, for sowing linseed seed, for sowing Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
Transport, tractor and trailer, agricultural	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural Cutoff, U - CH	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider

sesame seed production | sesame seed | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Transport, tractor and trailer, agricultural	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural Cutoff, U - CH	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider

almond production | almond | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Application of plant protection product, by field sprayer	market for application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - GLO	application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider

Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - GLO	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Transport, tractor and trailer, agricultural	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural Cutoff, U - CH	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider

palm fruit bunch production | palm fruit bunch | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Application of plant protection product, by field sprayer	market for application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product,	application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product,	Apenas substituição do provider

	by field sprayer Cutoff, U - GLO	by field sprayer Cutoff, U - BR	
Dolomite	market for dolomite dolomite Cutoff, U - RER	dolomite production dolomite Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - GLO	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Lime	market for lime lime Cutoff, U - RER	lime production, milled, loose lime Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
Transport, tractor and trailer, agricultural	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor	Apenas substituição do provider

	and trailer, agricultural Cutoff, U - CH	and trailer, agricultural Cutoff, U - RoW	
--	--	---	--

Farinhas e Massas

maize grain processing, dry milling | maize flour | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Building, multi-storey	market for building, multi-storey building, multi-storey Cutoff, U - GLO	building construction, multi-storey building, multi-storey Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
Electricity, low voltage	Combinação de várias localidades	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Industrial machine, heavy, unspecified	market for industrial machine, heavy, unspecified industrial machine, heavy, unspecified Cutoff, U - RER	market for industrial machine, heavy, unspecified industrial machine, heavy, unspecified Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider

Maize grain	market for maize grain maize grain Cutoff, U - RoW	market for maize grain maize grain Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Tap water	Combinação de várias localidades	market for tap water tap water Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider

oat production | oat grain | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Application of plant protection product, by field sprayer	market for application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - GLO	application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Combine harvesting	market for combine harvesting combine harvesting Cutoff, U - GLO	combine harvesting combine harvesting Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Drying of bread grain, seed and legumes	market for drying of bread grain, seed and legumes drying of bread grain, seed and	drying of bread grain, seed and legumes drying of bread grain, seed and legumes Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.

	legumes Cutoff, U - GLO		
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - GLO	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Lime	market for lime lime Cutoff, U - RER	lime production, milled, loose lime Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
Transport, tractor and trailer, agricultural	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural Cutoff, U - CH	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider

Carnes

swine production | swine for slaughtering, live weight | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
barley grain, feed	market for barley grain, feed barley grain, feed Cutoff, U - GLO	barley grain, feed production barley grain, feed Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
limestone, crushed, washed	market for limestone, crushed, washed limestone, crushed, washed Cutoff, U - CH	limestone production, crushed, washed limestone, crushed, washed Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
maize grain, feed	market for maize grain, feed maize grain, feed Cutoff, U - RoW	maize grain, feed production maize grain, feed Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
oat grain	market for oat grain oat grain Cutoff, U - GLO	oat production oat grain Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
operation, housing system, pig, fully-	market for operation, housing system, pig, fully-	operation, housing system, pig, fully-slatted floor	Substituição e atualização do provider

slatted floor, per pig place	slatted floor, per pig place operation, housing system, pig, fully-slatted floor, per pig place Cutoff, U - GLO	operation, housing system, pig, fully-slatted floor, per pig place Cutoff, U - RoW	considerando a matriz energética brasileira.
rape meal	market for rape meal rape meal Cutoff, U - GLO	rape oil mill operation rape meal Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
sodium chloride, powder	market for sodium chloride, powder sodium chloride, powder Cutoff, U - GLO	sodium chloride production, powder sodium chloride, powder Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
Soybean, feed	market for soybean, feed soybean, feed Cutoff, U - GLO	soybean, feed production soybean, feed Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
wheat grain, feed	market for wheat grain, feed wheat grain, feed Cutoff, U - GLO	wheat grain, feed production wheat grain, feed Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a

			matriz energética brasileira.
whey	market for whey whey Cutoff, U - GLO	tofu production whey Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
transport, freight, lorry, unspecified	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	-	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados do processo market for swine for slaughtering, live weight swine for slaughtering, live weight Cutoff, U - GLO

chicken production | chicken for slaughtering, live weight | Cutoff, U – GLO

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
electricity, low voltage	market group for electricity, low voltage electricity, high voltage Cutoff, U - GLO	market group for electricity, low voltage electricity, high voltage Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider

energy feed, gross	market for energy feed, gross energy feed, gross Cutoff, U - ZA	market for energy feed, gross energy feed, gross Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider
shed	market for shed shed Cutoff, U - GLO	shed construction shed Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
transport, freight, lorry, unspecified	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	-	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados do processo market for chicken for slaughtering, live weight chicken for slaughtering, live weight Cutoff, U - GLO

demersal fish to generic market for marine fish | fish, marine | Cutoff, U – GLO

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
demersal fish, fresh	hake, capture by trawler and landing whole, fresh	hake, capture by trawler and landing whole, fresh	Substituição e atualização do provider

	demersal fish, fresh Cutoff, U – NA hake, capture by trawler and landing whole, fresh demersal fish, fresh Cutoff, U – ES hake, capture by trawler and landing whole, fresh demersal fish, fresh Cutoff, U - PE	demersal fish, fresh Cutoff, U – RoW	considerando a matriz energética brasileira.
demersal fish, fresh	hake, capture by long liner and landing whole, fresh demersal fish, fresh Cutoff, U - RER	hake, capture by long liner and landing whole, fresh demersal fish, fresh Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
transport, freight, lorry, unspecified	market for transport, freight, lorry with refrigeration machine, cooling transport, freight, lorry with refrigeration	-	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados do processo market for demersal fish, fresh demersal fish, fresh Cutoff, U - GLO

	machine, cooling Cutoff, U - GLO		
--	---------------------------------------	--	--

fish canning, small fish | fish canning, small fish | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Electricity, low voltage	Combinação de várias localidades	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
fish canning plant	market for fish canning plant fish canning plant Cutoff, U - GLO	fish canning plant construction and maintenance fish canning plant Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
Fish, marine	-	demersal fish to generic market for marine fish fish, marine Cutoff, U – GLO	Flow adicionado. Atualização do provider considerando a matriz energética brasileira (ver tabela anterior)

tilapia production, extensive aquaculture, in pond | tilapia | Cutoff, U – GLO

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Concrete, normal	Combinação de várias localidades	market for concrete, normal concrete, normal Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Electricity, medium voltage	Combinação de várias localidades	market group for electricity, medium voltage electricity, medium voltage Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
quicklime, milled, packed	market for quicklime, milled, packed quicklime, milled, packed Cutoff, U - RER	market for quicklime, milled, packed quicklime, milled, packed Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider
tilapia feed, 24-28% protein	market for tilapia feed, 24-28% protein tilapia feed, 24-28% protein Cutoff, U - GLO	tilapia feed production, commercial tilapia feed, 24-28% protein Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
transport, freight, lorry with refrigeration machine, cooling	-	market for transport, freight, lorry with refrigeration machine, cooling transport, freight, lorry with	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados do processo market for tilapia tilapia Cutoff, U - GLO

		refrigeration machine, cooling Cutoff, U - GLO	
--	--	--	--

sheep production, for meat | sheep for slaughtering, live weight | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - GLO	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Lime	market for lime lime Cutoff, U - RER	lime production, milled, loose lime Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
Lime, packed	market for lime, packed lime, packed Cutoff, U - Europe without Switzerland	market for lime, packed lime, packed Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider

	market for lime, packed lime, packed Cutoff, U - CH		
Maize grain	market for maize grain maize grain Cutoff, U - ZA	market for maize grain maize grain Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados do processo <i>market for sheep for slaughtering, live weight sheep for slaughtering, live weight Cutoff, U-GLO</i>

Laticínios

milk production, from cow | cow milk | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
barley grain, feed	market for barley grain, feed barley grain, feed Cutoff, U - GLO	barley grain, feed production barley grain, feed Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
electricity, low voltage	Combinação de várias localidades	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
limestone, crushed, washed	market for limestone, crushed, washed limestone, crushed, washed Cutoff, U - CH	limestone production, crushed, washed limestone, crushed, washed Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
Maize grain, feed	market for maize grain, feed maize grain, feed Cutoff, U - RoW	maize grain, feed production maize grain, feed Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
Maize silage	market for maize silage maize silage Cutoff, U - RoW	market for maize silage maize silage Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider

Oat grain	market for oat grain oat grain Cutoff, U - GLO	oat production oat grain Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
operation, housing system, cattle, loose, per animal unit	market for operation, housing system, cattle, loose, per animal unit operation, housing system, cattle, loose, per animal unit Cutoff, U - GLO	operation, housing system, cattle, loose, per animal unit Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
operation, housing system, cattle, tied, per animal unit	market for operation, housing system, cattle, tied, per animal unit operation, housing system, cattle, tied, per animal unit Cutoff, U - GLO	operation, housing system, cattle, tied, per animal unit Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
Rape meal	market for rape meal rape meal Cutoff, U - GLO	rape oil mill operation rape meal Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.

sodium chloride, powder	market for sodium chloride, powder sodium chloride, powder Cutoff, U - GLO	sodium chloride production, powder sodium chloride, powder Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
Soybean, feed	market for soybean, feed soybean, feed Cutoff, U - GLO	soybean, feed production soybean, feed Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
straw	market for straw straw Cutoff, U - RER	market for straw straw Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider
wood chips, dry, measured as dry mass	market for wood chips, dry, measured as dry mass wood chips, dry, measured as dry mass Cutoff, U - RER	market for wood chips, dry, measured as dry mass wood chips, dry, measured as dry mass Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider
transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados do processo <i>market for cow milk cow milk Cutoff, U - GLO</i>

butter production, from cream, from cow milk | skimmed milk, from cow milk | Cutoff,

U – GLO

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
cream, from cow milk	market for cream, from cow milk cream, from cow milk Cutoff, U - GLO	yogurt production, from cow milk cream, from cow milk Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
dairy	market for dairy dairy Cutoff, U - GLO	dairy construction dairy Cutoff, U - GLO	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
electricity, medium voltage	market group for electricity, medium voltage electricity, medium voltage Cutoff, U - GLO	market group for electricity, medium voltage electricity, medium voltage Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
nitric acid, without water, in 50% solution state	market for nitric acid, without water, in 50% solution state nitric acid, without water, in	market for nitric acid, without water, in 50% solution state nitric acid, without water, in	Apenas substituição do provider

	50% solution state Cutoff, U - RER	50% solution state Cutoff, U - RoW	
Tap water	market group for tap water tap water Cutoff, U - GLO	market for tap water tap water Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider

**cheese production, soft, from cow milk | cheese, from cow milk, fresh, unripened |
Cutoff, U – GLO**

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Cow milk	market for cow milk cow milk Cutoff, U - GLO	milk production, from cow cow milk Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira (para detalhes, ver a respectiva tabela).
cream, from cow milk	market for cream, from cow milk cream, from cow milk Cutoff, U - GLO	yogurt production, from cow milk cream, from cow milk Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira (ver a respectiva tabela).

dairy	market for dairy dairy Cutoff, U - GLO	dairy construction dairy Cutoff, U - GLO	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
electricity, medium voltage	market group for electricity, medium voltage electricity, medium voltage Cutoff, U - GLO	market group for electricity, medium voltage electricity, medium voltage Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
nitric acid, without water, in 50% solution state	market for nitric acid, without water, in 50% solution state nitric acid, without water, in 50% solution state Cutoff, U - RER	market for nitric acid, without water, in 50% solution state nitric acid, without water, in 50% solution state Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider
Tap water	market group for tap water tap water Cutoff, U - GLO	market for tap water tap water Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados do processo <i>market for cheese, from cow milk, fresh, unripened cheese,</i>

			<i>from cow milk, fresh, unripened Cutoff, U - GLO</i>
--	--	--	--

yogurt production, from cow milk | cream, from cow milk | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Cow milk	market for cow milk cow milk Cutoff, U - GLO	milk production, from cow cow milk Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira (para detalhes, ver a respectiva tabela).
electricity, medium voltage	Combinação de várias localidades	market group for electricity, medium voltage electricity, medium voltage Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
heat, district or industrial, natural gas	market group for heat, district or industrial, natural gas heat, district or industrial, natural gas Cutoff, U - RER	market for heat, district or industrial, natural gas heat, district or industrial, natural gas Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider

nitric acid, without water, in 50% solution state	market for nitric acid, without water, in 50% solution state nitric acid, without water, in 50% solution state Cutoff, U - RER	market for nitric acid, without water, in 50% solution state nitric acid, without water, in 50% solution state Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider
sugar, from sugarcane	market for sugar, from sugarcane sugar, from sugarcane Cutoff, U - GLO	sugarcane processing, modern annexed plant sugar, from sugarcane Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Tap water	market group for tap water tap water Cutoff, U - GLO	market for tap water tap water Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
water, deionised	market for water, deionised water, deionised Cutoff, U - Europe without Switzerland market for water, deionised water, deionised Cutoff, U - CH	market for water, deionised water, deionised Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider

Wheat grain	market for wheat grain wheat grain Cutoff, U - ZA	market for wheat grain wheat grain Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider
whey	market for whey whey Cutoff, U - GLO	tofu production whey Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira

yogurt production, from cow milk | yogurt, from cow milk | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
ammonia, liquid	market for ammonia, liquid ammonia, liquid Cutoff, U - RER	market for ammonia, liquid ammonia, liquid Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider
Cow milk	market for cow milk cow milk Cutoff, U - GLO	milk production, from cow cow milk Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira (para detalhes, ver a respectiva tabela).

electricity, medium voltage	Combinação de várias localidades	market group for electricity, medium voltage electricity, medium voltage Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
heat, district or industrial, natural gas	market group for heat, district or industrial, natural gas heat, district or industrial, natural gas Cutoff, U - RER	market for heat, district or industrial, natural gas heat, district or industrial, natural gas Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider
hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state	market for hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state Cutoff, U - RER	market for hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider
nitric acid, without water, in 50% solution state	market for nitric acid, without water, in 50% solution state nitric acid, without water, in 50% solution state Cutoff, U - RER	market for nitric acid, without water, in 50% solution state nitric acid, without water, in 50% solution state Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider
propylene glycol, liquid	market for propylene glycol,	market for propylene glycol,	Apenas substituição do provider

	liquid propylene glycol, liquid Cutoff, U - RER	liquid propylene glycol, liquid Cutoff, U - RoW	
sodium hypochlorite, without water, in 15% solution state	market for sodium hypochlorite, without water, in 15% solution state sodium hypochlorite, without water, in 15% solution state Cutoff, U - RER	market for sodium hypochlorite, without water, in 15% solution state sodium hypochlorite, without water, in 15% solution state Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider
sugar, from sugarcane	market for sugar, from sugarcane sugar, from sugarcane Cutoff, U - GLO	sugarcane processing, modern annexed plant sugar, from sugarcane Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Tap water	market group for tap water tap water Cutoff, U - GLO	market for tap water tap water Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados do processo <i>market for yogurt, from cow milk yogurt,</i>

			<i>from cow milk Cutoff, U- GLO</i>
water, deionised	market for water, deionised water, deionised Cutoff, U - Europe without Switzerland market for water, deionised water, deionised Cutoff, U - CH	market for water, deionised water, deionised Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider
Wheat grain	market for wheat grain wheat grain Cutoff, U - ZA	market for wheat grain wheat grain Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider
whey	market for whey whey Cutoff, U - GLO	tofu production whey Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira

butter production, from cow milk | buttermilk, from cow milk | Cutoff, U – GLO

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações

Cow milk	market for cow milk cow milk Cutoff, U - GLO	milk production, from cow cow milk Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira (para detalhes, ver a respectiva tabela).
dairy	market for dairy dairy Cutoff, U - GLO	dairy construction dairy Cutoff, U - GLO	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
electricity, medium voltage	market group for electricity, medium voltage electricity, medium voltage Cutoff, U - GLO	market group for electricity, medium voltage electricity, medium voltage Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
nitric acid, without water, in 50% solution state	market for nitric acid, without water, in 50% solution state nitric acid, without water, in 50% solution state Cutoff, U - RER	market for nitric acid, without water, in 50% solution state nitric acid, without water, in 50% solution state Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider
Tap water	market group for tap water tap	market for tap water tap water Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider

	water Cutoff, U - GLO		
--	-------------------------	--	--

butter production, from cow milk | butter, from cow milk | Cutoff, U – GLO

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Cow milk	market for cow milk cow milk Cutoff, U - GLO	milk production, from cow cow milk Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira (para detalhes, ver a respectiva tabela).
dairy	market for dairy dairy Cutoff, U - GLO	dairy construction dairy Cutoff, U - GLO	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
electricity, medium voltage	market group for electricity, medium voltage electricity, medium voltage Cutoff, U - GLO	market group for electricity, medium voltage electricity, medium voltage Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
nitric acid, without water, in 50% solution state	market for nitric acid, without water, in 50% solution	market for nitric acid, without water, in 50% solution	Apenas substituição do provider

	state nitric acid, without water, in 50% solution state Cutoff, U - RER	state nitric acid, without water, in 50% solution state Cutoff, U - RoW	
Tap water	market group for tap water tap water Cutoff, U - GLO	market for tap water tap water Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados do processo <i>market for butter, from cow milk butter, from cow milk Cutoff, U - GLO</i>

Óleos e gorduras

coconut oil production, crude | coconut oil, crude | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
coconut, dehusked	market for coconut, dehusked coconut, dehusked Cutoff, U - GLO	coconut production, dehusked coconut, dehusked Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética

			brasileira (para detalhes, ver a respectiva tabela).
dairy	market for dairy dairy Cutoff, U - GLO	dairy construction dairy Cutoff, U - GLO	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
electricity, medium voltage	Combinação de várias localidades	market group for electricity, medium voltage electricity, medium voltage Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
heat, district or industrial, other than natural gas	market for heat, district or industrial, other than natural gas heat, district or industrial, other than natural gas Cutoff, U - CA-QC market group for heat, district or industrial, other than natural gas heat, district or industrial, other	market for heat, district or industrial, other than natural gas heat, district or industrial, other than natural gas Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider

	than natural gas Cutoff, U - RER		
--	---------------------------------------	--	--

olive production | olive | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Application of plant protection product, by field sprayer	market for application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - GLO	application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - GLO	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
operation, reefer, cooling	-	market for operation, reefer, cooling operation,	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados do processo <i>market</i>

		reefer, cooling Cutoff, U - GLO	<i>for olive olive Cutoff, U - GLO</i>
transport, freight, lorry with reefer, cooling	-	market for transport, freight, lorry with reefer, cooling transport, freight, lorry with reefer, cooling Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados do processo <i>market for olive olive Cutoff, U - GLO</i>

Bebidas

tap water production, conventional treatment | tap water | Cutoff, U – BR

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
water supply network	-	water supply network construction water supply network Cutoff, U - RoW	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados do processo <i>market for tap water tap water Cutoff, U - GLO</i>

soybean beverage production | soybean beverage | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações

electricity, medium voltage	Combinação de várias localidades	market group for electricity, medium voltage electricity, medium voltage Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
soybean, organic	market for soybean, organic soybean, organic Cutoff, U - GLO	market for soybean soybean Cutoff, U - BR	Flow substituído por <i>soybean</i> . Provider não foi modificado.
steam, in chemical industry	market for steam, in chemical industry steam, in chemical industry Cutoff, U - RER	market for steam, in chemical industry steam, in chemical industry Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider
tap water	Combinação de várias localidades	market for tap water tap water Cutoff, U - BR	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados do processo <i>market for olive olive Cutoff, U - GLO</i>
transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados do processo <i>market for soybean beverage soybean beverage Cutoff, U - GLO</i>

tea production, dried | tea, dried | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Application of plant protection product, by field sprayer	market for application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - GLO	application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - GLO	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
transport, tractor and trailer, agricultural	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural Cutoff, U - CH	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider

transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados do processo <i>market for tea, dried tea, dried Cutoff, U - GLO</i>
--	---	--	--

barley production | barley grain | Cutoff, U – RoW

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Application of plant protection product, by field sprayer	market for application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - GLO	application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Combine harvesting	market for combine harvesting combine harvesting Cutoff, U - GLO	combine harvesting combine harvesting Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Fertilising, by broadcaster	Market for fertilising, by broadcaster fertilising, by	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider

	broadcaster Cutoff, U - GLO		
Irrigation	Combinação de várias localidades	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Apenas substituição do provider
Lime	market for lime lime Cutoff, U - RoW	lime production, milled, loose lime Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
transport, tractor and trailer, agricultural	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural Cutoff, U - CH	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural Cutoff, U - RoW	Apenas substituição do provider
transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados do processo <i>market for barley grain barley grain Cutoff, U - GLO</i>

coffee green bean production, arabica | coffee, green bean | Cutoff, U – BR

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
Lime	market for lime lime Cutoff, U - RoW	lime production, milled, loose lime Cutoff, U - RoW	Substituição e atualização do provider considerando a matriz energética brasileira.
operation, reefer, cooling	-	market for operation, reefer, cooling operation, reefer, cooling Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados do processo <i>market for coffee, green bean coffee, green bean Cutoff, U - GLO</i>
transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados do processo <i>market for coffee, green bean coffee, green bean Cutoff, U - GLO</i>

Doces

sugarcane processing, traditional annexed plant | sugar, from sugarcane | Cutoff, U –
BR

Flow	Provider original	Provider modificado	Alterações
transport, freight, lorry, unspecified	-	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - GLO	Flow adicionado. Quantidade obtida por meio de dados do processo <i>market for sugar, from sugarcane sugar, from sugarcane Cutoff, U - GLO</i>

ANEXO E – Lista de adaptações da base de dados Agribalyse 3.0.1 para processos Ecoinvent 3.6 Cutoff

Egg, conventional, indoor production, cage 2012 rules

Description: Included processes: The inventory includes: The inventory includes: all activities of a poultry farm, that is (1) all inputs as livestock (young animal), feeds, water (watering and cleaning), fuels and energy used for the hatchery as well as the transport to the farm; (2) the buildings and barns (3) emissions due to the effluent management.

The temporal border of the inventory is 'one year of production'.

Cut-off rule, exclusion: The inventory does not include vet products and cares, artificial insemination process, small cleaning material and all processes occurring outside of the farm (slaughtering, processing, conservation etc.).

Refers to 1 kg of egg or 1 kg (live weight) of cull hen.

Allocation: Allocation to the coproducts egg and cull hen has been performed using the biophysical allocation approach. Eggs: 100% of the laying hens stage. Cull hens: 100% of the future reproductive, reproductive and young hens stages.

Remark: AGRIBALYSE V1.4, Mai 2020

Coproducts: 634278.912 kg Egg, 31666.0 Cull hen (weight 1,88 kg)

ILCD – Overall data quality:

Technological representativeness (TeR) = 2: Good

Geographical representativeness (GR) = 2: Good

Time-related representativeness (TiR) = 1: Very good

Completeness (C) = 2: Good

Precision / uncertainty (P) = 2: Good

Methodological appropriateness and consistency (M) = 2: Good

Final note = 1,9: Basic quality

All background data originates either from Ecoinvent 3.6, INRA or AGRIBALYSE.

Dataset was generated by MEANS-InOut software. Models used: [N2O - IPCC 2006, tier 2; NO - EMEP/EEA, 2016 - Tier 1; N - ITAVI 2013; CH4 - IPCC 2006b; NO3 - Basset-Mens 2007; NH3 - EMEP 2009, tier 2;]

Technology: Conventional production - production mode: Integrated egg production, indoor cage system (2012 rules).

Time period: Inventory data based on the period: 2005-2009

Version: 0.0

Energy values: Net values

Source file: Egg - Conventional - _MEANS#1424-Ecoinvent v3.4.xml

Boundary with nature: Unspecified

Record: Data entry by: Ponchant Paul; Telephone: 00 33 2 96 70 00 05; Company: ITAVI;

Country: FR; Salou Thibault; Company: INRA; Country: FR

Generator: Generator/publicator: MEANS-Team - E-mail: means-contact@inra.fr;

Company: INRA; Country: FR

Inputs

Flow 3.0.1	Agribalyse	Flow Ecoinvent 3.6 Cutoff U	Provider	Amount	Unit	Description
Electricity, low voltage {FR} market for Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - FR		electricity, low voltage	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage	0.223188884	kWh	Energy needed in building.

		Cutoff, U - BR			
Heat, central or small-scale, other than natural gas {CH} heat production, light fuel oil, at boiler 100kW condensing, non-modulating Cutoff, S - Copied from Ecoinvent - CH	heat, central or small-scale, other than natural gas	heat production, light fuel oil, at boiler 100kW, non-modulating heat, central or small-scale, other than natural gas Cutoff, U - RoW	0.052131256	MJ	Energy needed in building.
Laying hen, laying hen feed, conv prod, at farm gate/FR U	maize grain, feed	maize grain feed production maize grain, feed Cutoff, U - BR. Created process. Check the next tab.	2.273657535	kg	Compound feedstuff
One-side mechanical ventilation, steel siding and fibre cement roofing/FR U	Occupation, industrial area	-	0.001734253	m2*a	Room required per animal : 0.0
Tap water {Europe without Switzerland} market for Cutoff, S - Copied from Ecoinvent - CH	tap water	market for tap water tap water	3.954187976	kg	Water for drinking.

off, S - Copied from Ecoinvent		Cutoff, U - BR			
Tap water {Europe without Switzerland} market for Cut-off, S - Copied from Ecoinvent	tap water	market for tap water tap water Cutoff, U - BR	0.283414757	kg	Water for cleaning.

Outputs

Flow 3.0.1	Agribalyse	Flow Ecoinvent 3.6 Cutoff U	Provider	Amount	Unit	Description
Ammonia		Ammonia	-	0.002702935	kg	NH3 solid stock, null. Model used : NH3 - EMEP 2009, tier 2, Pedigree Matrix = (2,3,2,2,1,na)
Ammonia		Ammonia	-	0.013416504	kg	NH3 Solid Building, Emissions due to excretion, in building . Model used : NH3 - EMEP 2009, tier 2, Pedigree Matrix = (2,3,2,2,1,na)
Dinitrogen monoxide		Dinitrogen monoxide	-	0.000215671	kg	N2O excrement Stock solid, Direct N2O emissions due to the storage of liquid excrements.. Model used : N2O - IPCC 2006, tier 2, Pedigree Matrix =
Dinitrogen monoxide		Dinitrogen monoxide	-	0.000210591	kg	Indirect N2O, Indirect N2O emissions due to storage of excrements, and leaching in yards.. Model used : N2O

					- IPCC 2006, tier 2, Pedigree Matrix =
<i>Egg, conventional, indoor production, cage 2012 rules, at farm gate/FR U</i>	<i>Eggs (created flow)</i>	-	1 kg		
Methane, biogenic	Methane, biogenic	-	0.001392216 kg		Building and stockage feces CH4, Emissions of CH4 in the building and during the storage of excrements. Model used : CH4 - IPCC 2006b, Pedigree Matrix = (2,2,3,3,1,na)
Nitrogen oxides	Nitrogen oxides	-	0.000270835 kg		NO feces and housing, Emissions in the building and during storage. Model used : NO - EMEP/EEA, 2016 - Tier 1, Pedigree Matrix = (3,4,2,2,1,na)

Maize grain, feed production, organic | maize grain, feed, organic | Cutoff, U (adapted from Ecoinvent 3.6)

Process created: maize grain feed production | maize grain, feed | Cutoff, U

Inputs

Flow	Amount	Unit	Provider
building, multi-storey	8.50E-06	m3	market for building, multi-storey building, multi-storey Cutoff, U - GLO
electricity, low voltage	0.00765898	kWh	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - RNA

electricity, low voltage	0.01631241	kWh	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - RAS
electricity, low voltage	6.56E-05	kWh	market for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - NZ
electricity, low voltage	0.00148771	kWh	market for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - RU
electricity, low voltage	0.00268881	kWh	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - RLA
electricity, low voltage	0.00533383	kWh	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - Europe without Switzerland
electricity, low voltage	0.00107866	kWh	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - RAF
electricity, low voltage	3.74E-04	kWh	market for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - AU
heat, district or industrial, natural gas	0.001715	MJ	market for heat, district or industrial, natural gas heat, district or industrial, natural gas Cutoff, U - CA-QC
heat, district or industrial, natural gas	0.03907741	MJ	market for heat, district or industrial, natural gas heat, district or industrial, natural gas Cutoff, U - Europe without Switzerland
heat, district or industrial, natural gas	0.09695759	MJ	market for heat, district or industrial, natural gas heat, district or industrial, natural gas Cutoff, U - RoW
maize grain ³	1	kg	market for maize grain maize grain Cutoff, U - BR
Occupation, construction site	2.00E-06	m2*a	

³ The flow "maize grain, organic" was substituted by "maize grain".

Occupation, industrial area, built up	5.00E-05	m2*a	
tap water	6.83E-05	kg	market for tap water tap water Cutoff, U - PE
tap water	0.02238367	kg	market for tap water tap water Cutoff, U - Europe without Switzerland
tap water	6.30E-05	kg	market for tap water tap water Cutoff, U - CA-QC
tap water	5.23E-04	kg	market for tap water tap water Cutoff, U - BR
tap water	0.0300385	kg	market for tap water tap water Cutoff, U - RoW
tap water	0.00262494	kg	market for tap water tap water Cutoff, U - IN
tap water	1.94E-04	kg	market for tap water tap water Cutoff, U - ZA
tap water	1.04E-04	kg	market for tap water tap water Cutoff, U - CO
Transformation, from unknown	1.00E-06	m2	
Transformation, to industrial area, built up	1.00E-06	m2	

Outputs

Flow	Amount	Unit	Provider
<i>maize grain, feed</i>	1	kg	
wastewater, average	2.57E-05	m3	market for wastewater, average wastewater, average Cutoff, U - RoW
wastewater, average	1.23E-05	m3	market for wastewater, average wastewater, average Cutoff, U - Europe without Switzerland
Water	5.04E-05	kg	

Pizza, chorizo or salami

Description: Inventory of AGRIBALYSE v3.0.1, 2020.

The CIQUAL food item 'Pizza, chorizo or salami' matches with a recipe from ANSES.

Boundary with nature: Unspecified

Inputs

Flow Agribalyse 3.0.1	Flow Ecoinvent 3.6 Cutoff U	Amount	Unit	Provider	Description
Cooking, industrial, 1kg of cooked product/ FR U	Oven baking, 1kg of baked product (created flow)	1	kg	Oven baking, 1kg of baked product (imported from Agribalyse 3.0.1) - BR (created process, see subprocesses table)	
Dry sausages, case ready, at plant/FR U	Sausage (created flow)	0.178	kg	Sausage - BR (created process)	
Gruyere cheese, from cow's milk, at plant/FR U	cheese, from cow milk, fresh, unripened	0.102	kg	cheese production, soft, from cow milk cheese, from cow milk, fresh, unripened Cutoff, U (copy ⁴) - BR	
Tomato, for processing,	tomato, processing grade	0.432	kg	tomato production, processing grade,	

⁴ All “copied” processes were duplicated from Ecoinvent 3.6 Cutoff, U Database and adapted to Brazil, considering the local electricity mix.

peeled, at plant/FR U				open field tomato, processing grade Cutoff, U - RoW	
Transport, freight, lorry with refrigeration machine, 7.5-16 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling {GLO} transport, freight, lorry with refrigeration machine, 7.5-16 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling Cutoff, S - Copied from Ecoinvent - GLO	transport, freight, lorry with refrigeration machine, 3.5-7.5 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling	495	kg*km	market for transport, freight, lorry with refrigeration machine, 3.5-7.5 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling transport, freight, lorry with refrigeration machine, 3.5-7.5 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling Cutoff, U - GLO	Transport to distribution, includes mass of packaging material
Water, municipal/FR U	tap water	0.13	kg	market for tap water tap water Cutoff, U - BR	
Wheat flour, at industrial mill/FR U	wheat flour	0.22	kg	market for wheat flour wheat flour Cutoff, U - RoW	

Outputs

Flow Agribalyse 3.0.1	Flow Ecoinvent 3.6 Cutoff U	Amount	Unit	Provider	Description
<i>Pizza, chorizo or salami, at plant/FR U</i>	<i>Pizza, chorizo (created)</i>	1	kg		<i>The CIQUAL food item 'Pizza, chorizo or salami' matches with a recipe from ANSES.</i>
Water	Water	0.0622	kg		Water evaporated

Oven baking, industrial, 1kg of oven-baked product, for cooking

Inputs

Flow Agribalyse 3.0.1	Flow Ecoinvent 3.6 Cutoff U	Amount	Unit	Provider (Ecoinvent)	Description
Electricity, medium voltage {FR} market for Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - FR	electricity, medium voltage	1.35	kWh	market group for electricity, medium voltage electricity, medium voltage Cutoff, U - BR	Data from Life Cycle Assessment of the production of homemade and industrial bread in Sweden, M. Bimpeh, E. Djokoto, R. Jequier, 2006, data for industrial bread, from bakery data collection

Outputs

Flow Agribalyse 3.0.1	Flow Ecoinvent 3.6 Cutoff U	Amount	Unit	Provider (Ecoinvent)	Description
-----------------------	-----------------------------	--------	------	----------------------	-------------

Oven baking, industrial, 1kg of oven-baked product, for cooking/ FR U	Oven baking, 1kg of baked product (created flow)	1	kg	-	-
---	--	---	----	---	---

Sausage meat, pure pork, raw, processed in FR | Chilled | Already packed - PET | at supermarket

Description: "Inventory of AGRIBALYSE v3.0.1, 2020

This database has been produced as part of AGRIBALYSE program lead by ADEME and INRAE since 2009. It contains agricultural and food products produced and/or consumed in France. It follows CIQUAL nomenclature, the French nutritional database. AGRIBALYSEv3.0 is built upon previous work and datasets, in particular AGRIBALYSE v1.3 and v1.4 (French agricultural products); ACYVIA (food transformation), Ecoinvent v3.5 (imported products + non-food-datasets) and WFLDB v3.1 (imported products). Methodology principles follow the key international guidelines as much as possible (ISO, LEAP, PEF). All details and documentation available on www.agribalyse.fr<<http://www.agribalyse.fr/>>.

Propriété : ADEME

Générateur : Gingko 21, Sayari, Blonk Consultants.

Vérificateurs : RIVM, GreenDelta, Koch Consulting.

Property rights : OpenData, licence "Ecolab".

Contact : agribalyse@ademe.fr

The overall DQR of this product is: 2.47 {P: 3.77, TiR: 2.02, GR: 1.93, TeR: 2.16}

Status: Finished

Boundary with nature: Unspecified"

Inputs

Flow Agribalyse 3.0.1	Flow Ecoinvent 3.6 Cutoff U	Amount	Unit	Provider (Ecoinvent)	Description
Electricity, low voltage {FR} market for Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - FR	electricity, low voltage	0.0777	kWh	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - BR	Cooling at consumer
PET (waste treatment) {GLO} recycling of PET Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - GLO	waste polyethylene terephthalate, for recycling, unsorted	0.0285	kg	market for waste polyethylene terephthalate, for recycling, unsorted waste polyethylene terephthalate, for recycling, unsorted Cutoff, U - RoW	Recycling of PET packaging material based on data from France (AGB)
Sausage meat, pure pork, raw, processed in FR Chilled Already packed - PET at supermarket/FR	swine for slaughtering, live weight	0.8776306 1	kg	swine production swine for slaughtering, live weight Cutoff, U (copy) - BR	Modelled parameters: Edible fraction = 1.0, Raw-to-cooked fraction = 0.7916046424811652
Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 {RER} transport, freight, lorry 16-32	transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5	0.9	kg*k m	market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 transport,	Transport of packaging waste to sorting centre (18 km)

metric ton, EURO5 Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - RER				freight, lorry 16- 32 metric ton, EURO5 Cutoff, U - RoW	
Waste polyethylene terephthalate {CH} treatment of waste polyethylene terephthalate, municipal incineration with fly ash extraction Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - CH	waste polyethylene terephthalate	0.011825	kg		Incineration of PET packaging material based on data from France (AGB)
Waste polyethylene terephthalate {CH} treatment of waste polyethylene terephthalate, sanitary landfill Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - CH	waste polyethylene terephthalate	0.009675	kg		Landfilling of PET packaging material based on data from France (AGB)

Outputs

Flow Agribalyse 3.0.1	Flow Ecoinvent 3.6 Cutoff U	Amount	Unit	Provider (Ecoinvent)	Description
--------------------------	--------------------------------	--------	------	-------------------------	-------------

Sausage meat, pure pork, raw, processed in FR Chilled Already packed - PET No preparation at consumer/FR [Ciqual code: 30051]			1 kg		The overall DQR of this product is: 2.47 {P: 3.77, TIR: 2.02, GR: 1.93, TeR: 2.16}
---	--	--	------	--	---

Bread, French bread (baguette or ball), with yeast, at plant

Description: Inventory of AGRIBALYSE v3.0.1, 2020.

The CIQUAL food item 'Bread, French bread (baguette or ball), with yeast' matches with a recipe from ANSES.Boundary with nature: Unspecified

Inputs

Flow Agribalyse 3.0.1	Flow Ecoinvent 3.6	Amount	Unit	Provider (Ecoinvet)	Description
Cooking, industrial, 1kg of cooked product/ FR U	Oven baking, 1kg of baked product	1	kg	Oven baking, 1kg of baked product (imported from Agribalyse 3.0.1) - BR	
Rye flour, at industrial mill/FR U	wheat flour	0.0814	kg	market for wheat flour wheat flour Cutoff, U - RoW	

Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro6 {RER} market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - RER	transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5	495	kg*km	market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 Cutoff, U - RoW	Transport to distribution, includes mass of packaging material
Water, municipal/FR U	tap water	0.0923	kg	market for tap water tap water Cutoff, U - BR	
Water, municipal/FR U	tap water	0.3	kg	market for tap water tap water Cutoff, U - BR	
Wheat flour, at industrial mill/FR U	wheat flour	0.526	kg	wheat grain processing, dry milling wheat flour Cutoff, U (created) - BR	

Outputs

Flow Agribalyse 3.0.1	Flow Ecoinvent 3.6	Amount	Unit	Provider (Ecoinvet)	Description
Bread, French bread (baguette or ball), with yeast, at plant/FR U		1	kg		The CIQUAL food item 'Bread, French bread (baguette or ball), with yeast' matches with a recipe from ANSES.

Wheat production | wheat grain | Cutoff, U– BR

Source process: wheat production | wheat grain | Cutoff, U – RoW

Description: This dataset represents the production of 1 kg of wheat grain (fresh matter). The amounts of flows are weighted averages over all existing local crop production datasets available for this specific product. The weights are the annual production volumes of the local datasets relative to the sum of all local annual production volumes. The locations of considered datasets in the averaging procedure for this global dataset are Germany, Spain, France and USA. For references refer to the respective local datasets.

*;
[This dataset was already contained in the ecoinvent database version 2. It was not individually updated during the transfer to ecoinvent version 3. Life Cycle Impact Assessment results may still have changed, as they are affected by changes in the supply chain, i.e. in other datasets. This dataset was generated following the ecoinvent quality guidelines for version 2. It may have been subject to central changes described in the ecoinvent version 3 change report (<http://www.ecoinvent.org/database/ecoinvent-version-3/reports-of-changes/>), and the results of the central updates were reviewed extensively. The changes added e.g. consistent water flows and other information throughout the database. The documentation of this dataset can be found in the ecoinvent reports of version 2, which are still available via the ecoinvent website. The change report linked above covers all central changes that were made during the conversion process.] This activity starts after the harvest of the previous crop. The inputs of seeds, mineral fertilisers, pesticides and irrigation water are considered. It is assumed that no organic fertilisers are applied.*

The dataset includes all machine operations and corresponding machine infrastructure and sheds. Machine operations are: soil cultivation, sowing, fertilisation, irrigation, weed control, pest and pathogen control, combine-harvest and transport from field to farm. Further, direct field emissions are included. This activity ends after harvest and drying of grains at the farm gate.

Inputs

Flow	Amount	Unit	Provider	Description
[thio]carbamate-compound	4.98E-07	kg	market for [thio]carbamate-compound [thio]carbamate-compound Cutoff, U - GLO	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
acetamide-anillide-compound, unspecified	1.57E-07	kg	market for acetamide-anillide-compound, unspecified acetamide-anillide-compound, unspecified Cutoff, U - GLO	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
ammonia, liquid	0.00752594	kg	market for ammonia, liquid ammonia, liquid Cutoff, U - RoW	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
ammonium nitrate, as N	0.00895431	kg	market for ammonium nitrate, as N ammonium nitrate, as N Cutoff, U - GLO	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
ammonium sulfate, as N	6.72E-04	kg	market for ammonium sulfate, as N ammonium sulfate, as N Cutoff, U - GLO	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
application of plant protection product, by field sprayer	6.48E-04	ha	market for application of plant protection product, by field sprayer application of plant protection product, by field sprayer Cutoff, U - GLO	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.

benzoic-compound	1.33E-06	kg	market for benzoic-compound benzoic-compound Cutoff, U - GLO	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
Carbon dioxide	1.38865745	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
combine harvesting	2.51E-04	ha	combine harvesting combine harvesting Cutoff, U - BR	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
cyclic N-compound	1.92E-05	kg	market for cyclic N-compound cyclic N-compound Cutoff, U - GLO	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
diphenylether-compound	7.52E-06	kg	market for diphenylether-compound diphenylether-compound Cutoff, U - GLO	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
drying of bread grain, seed and legumes	0.00294125	l	drying of bread grain, seed and legumes drying of bread grain, seed and legumes Cutoff, U - Copy - BR	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
Energy, gross calorific value, in biomass	14.7876189	MJ		Calculated as a weighted (by production volumes) average of the regional activities. The uncertainty is set up to be the same as in case of the regional activities, only the padigree matrix is adjusted from 2,1,1,1,1 to 2,1,1,1,5.

fertilising, by broadcaster	8.94E-04	ha	fertilising, by broadcaster fertilising, by broadcaster Cutoff, U - BR	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
glyphosate	3.47E-05	kg	market for glyphosate glyphosate Cutoff, U - GLO	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
irrigation	0.00762631	m3	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
irrigation	0.06817404	m3	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
irrigation	0.00111719	m3	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
irrigation	0.0025183	m3	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets.

				See general comment. Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
irrigation	0.24592798	m3	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
irrigation	8.61E-04	m3	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
irrigation	0.0023077	m3	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
irrigation	1.29E-05	m3	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.

				Averaged from local datasets. See general comment.
irrigation	5.03E-04	m3	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
irrigation	0.01277062	m3	market for irrigation irrigation Cutoff, U - BR	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
lime	5.60E-04	kg	lime production, milled, loose lime Cutoff, U (copy) - BR	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
nitrile-compound	2.47E-05	kg	market for nitrile- compound nitrile- compound Cutoff, U - GLO	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
nitrogen fertiliser, as N	0.00779824	kg	market for nitrogen fertiliser, as N nitrogen fertiliser, as N Cutoff, U - GLO	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
Occupation, arable	2.06542116	m2*a		Averaged from local datasets. See general comment.
Occupation, arable, non-irrigated,	0.80941575	m2*a		Averaged from local datasets. See general comment.

monotone-intensive				
organophosphorus-compound, unspecified	3.25E-06	kg	market for organophosphorus-compound, unspecified organophosphorus-compound, unspecified Cutoff, U - GLO	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
packaging, for fertilisers	0.12483697	kg	market for packaging, for fertilisers packaging, for fertilisers Cutoff, U - GLO	Total amount of active substance/s of fertilisers needed for the production of 'wheat grain' is calculated to be circa 6.30E-02 kg. Fertiliser/s used in this dataset is/are: 'ammonia, liquid', 'ammonium nitrate, as N', 'ammonium sulfate, as N', 'lime', 'nitrogen fertiliser, as N', 'phosphate fertiliser, as P2O5', 'potassium chloride, as K2O', 'urea, as N'. The total amount of active substance/s is doubled in order to account for the packaging of the diluted product of fertiliser/s that is/are applied. Therefore, 1.26E-01 kg of packaging for fertilisers is justified with this exchange.
packaging, for pesticides	5.64E-04	kg	market for packaging, for pesticides packaging, for pesticides Cutoff, U - GLO	Total amount of active substance/s of pesticides needed for the production of wheat grain is calculated to be circa 2.85E-04 kg. Pesticide/s used in this dataset is/are: '[sulfonyl]urea-compound', '[thio]carbamate-compound',

				'acetamide-anillide-compound, unspecified', 'benzoic-compound', 'cyclic N-compound', 'diphenylether-compound', 'glyphosate', 'nitrile-compound', 'organophosphorus-compound, unspecified', 'pesticide, unspecified', 'phenoxy-compound', 'pyrethroid-compound', 'pyridazine-compound', 'triazine-compound, unspecified'. The total amount of active substance/s is doubled in order to account for the packaging of the diluted product of pesticide/s that is/are applied. Therefore, 5.69E-04 kg of packaging for pesticides is justified with this exchange.
pesticide, unspecified	1.31E-04	kg	market for pesticide, unspecified pesticide, unspecified Cutoff, U - GLO	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
phenoxy-compound	3.79E-05	kg	market for phenoxy-compound phenoxy-compound Cutoff, U - GLO	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
phosphate fertiliser, as P2O5	0.01411099	kg	market for phosphate fertiliser, as P2O5 phosphate fertiliser, as P2O5 Cutoff, U - GLO	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
potassium chloride, as K2O	0.01952486	kg	market for potassium chloride, as K2O	Averaged from local datasets. See general comment.

			potassium chloride, as K2O Cutoff, U - GLO	Averaged from local datasets. See general comment.
pyrethroid-compound	7.29E-07	kg	market for pyrethroid-compound pyrethroid-compound Cutoff, U - GLO	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
pyridazine-compound	9.54E-06	kg	market for pyridazine-compound pyridazine-compound Cutoff, U - GLO	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
sowing	2.87E-04	ha	market for sowing sowing Cutoff, U - GLO	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
tillage, cultivating, chiselling	2.40E-05	ha	market for tillage, cultivating, chiselling tillage, cultivating, chiselling Cutoff, U - GLO	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
tillage, harrowing, by rotary harrow	9.65E-05	ha	market for tillage, harrowing, by rotary harrow tillage, harrowing, by rotary harrow Cutoff, U - GLO	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
tillage, harrowing, by spring tine harrow	4.90E-04	ha	market for tillage, harrowing, by spring tine harrow tillage, harrowing, by spring tine harrow Cutoff, U - GLO	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
tillage, ploughing	6.69E-05	ha	market for tillage, ploughing tillage, ploughing Cutoff, U - GLO	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.

tillage, rolling	2.17E-04	ha	market for tillage, rolling tillage, rolling Cutoff, U - GLO	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
Transformation, from arable	2.06542116	m2		Averaged from local datasets. See general comment.
Transformation, from arable, non-irrigated, monotone-intensive	0.80609862	m2		Averaged from local datasets. See general comment.
Transformation, to arable	2.06542116	m2		Averaged from local datasets. See general comment.
Transformation, to arable, non-irrigated, monotone-intensive	0.80609862	m2		Averaged from local datasets. See general comment.
transport, tractor and trailer, agricultural	0.00152612	t*km	market for transport, tractor and trailer, agricultural transport, tractor and trailer, agricultural Cutoff, U - CH	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
triazine-compound, unspecified	2.27E-06	kg	market for triazine-compound, unspecified triazine-compound, unspecified Cutoff, U - GLO	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.
urea, as N	0.00327195	kg	market for urea, as N urea, as N Cutoff, U - GLO	Averaged from local datasets. See general comment. Averaged from local datasets. See general comment.

wheat seed, for sowing	0.03290255	kg	market for wheat seed, for sowing wheat seed, for sowing Cutoff, U - GLO	Averaged from local datasets. See general comment.
------------------------	------------	----	--	--

Outputs

Flow	Amount	Unit	Provider	Description
Ammonia	0.001932316	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Anthraquinone	2.37E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Atrazine	1.35E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Azoxystrobin	3.21E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Bifenox	1.58E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Bitertanol	3.53E-08	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Bromoxynil	5.98E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Bromuconazole	1.07E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Cadmium	1.14E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Cadmium, ion	1.21E-08	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Cadmium, ion	6.89E-09	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Carbon dioxide, fossil	0.009788665	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Carfentrazone ethyl ester	3.25E-08	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Chloridazon	9.54E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Chlormequat	4.93E-05	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Chlorpyrifos	1.99E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Chlorsulfuron	1.47E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.

Choline chloride	2.03E-05	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Chromium	3.92E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Chromium, ion	5.52E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Chromium, ion	7.44E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Clodinafop-propargyl	2.18E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Clopyralid	1.45E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Cloquintocet-mexyl	5.27E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Copper	-1.09E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Copper, ion	8.08E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Copper, ion	5.36E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Cypermethrin	3.88E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Cyproconazole	8.64E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Cyprodinil	1.28E-05	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Deltamethrin	7.49E-08	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Dicamba	1.33E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Diclofop	3.22E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Diclofop-methyl	3.65E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Diflufenican	3.45E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Dimethoate	1.43E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Dinitrogen monoxide	8.93E-04	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Diuron	5.07E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Epoxiconazole	1.22E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Ethephon	1.02E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Fenoxaprop	3.69E-08	kg		Averaged from local datasets. See general comment.

Fenoxaprop ethyl ester	2.68E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Fenpropidin	6.94E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Fenpropimorph	1.30E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Florasulam	9.99E-09	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Flucarbazone sodium salt	9.21E-09	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Fludioxonil	2.25E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Flufenacet	9.56E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Flupyrsulfuron-methyl	1.43E-08	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Fluroxypyr	6.23E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Flurtamone	9.96E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Glyphosate	3.47E-05	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Imazamox	5.53E-08	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Imidacloprid	1.65E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Iodosulfuron-methyl-sodium	8.93E-09	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Ioxynil	6.10E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Isoproturon	7.75E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Kresoxim-methyl	3.41E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Lambda-cyhalothrin	3.03E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Lead	7.22E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Lead	2.34E-08	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Lead	8.81E-08	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
MCPA	1.55E-05	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Mecoprop	8.42E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.

Mecoprop-P	2.07E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Mefenpyr	5.37E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Mepiquat chloride	1.87E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Mercury	-2.05E-11	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Mercury	6.33E-11	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Mercury	5.00E-11	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Mesosulfuron-methyl (prop)	4.92E-08	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Metaldehyde	6.66E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Metconazole	1.51E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Metosulam	2.82E-08	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Metribuzin	8.48E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Metsulfuron-methyl	1.71E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Nickel	1.45E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Nickel, ion	4.37E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Nitrate	0.020970147	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Nitrogen oxides	1.87E-04	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Parathion	1.16E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Phosphate	3.14E-05	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Phosphate	4.32E-04	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Phosphorus	3.09E-04	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Picloram	1.84E-08	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Picoxystrobin	3.48E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Prochloraz	7.54E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Prohexadione-calcium	1.11E-08	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Propiconazole	4.44E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.

Propoxycarbazone-sodium (prop)	6.16E-08	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Prosulfuron	9.21E-09	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Pyraclostrobin (prop)	1.36E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Quinoxifen	5.38E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Silthiofam	8.27E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Spiroxamine	3.62E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Sulfosulfuron	2.21E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Tebuconazole	3.56E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Tefluthrin	2.53E-08	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Thifensulfuron-methyl	1.49E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Tralkoxydim	6.45E-08	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Triadimenol	1.26E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Triallate	4.98E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Triasulfuron	1.47E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Tribenuron-methyl	1.70E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Trifloxystrobin	6.85E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Trinexapac-ethyl	9.82E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Water	0.23296976	kg		Calculated value based on literature values and expert opinion. See comments in the parametres' comment field.
Water	0.08707959	kg		Calculated value. See the parameters and their comments to understand the calculation.
Water	0.021769898	kg		Calculated value. See the parameters and their comments to understand the calculation.
wheat grain	1	kg		
Zinc	4.83E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.

Zinc, ion	3.66E-06	kg		Averaged from local datasets. See general comment.
Zinc, ion	6.57E-07	kg		Averaged from local datasets. See general comment.

Wheat grain processing, dry milling | wheat flour | Cutoff, U – BR

Original process: Wheat grain processing, dry milling | wheat flour | Cutoff, U – RoW

Description: This dataset represents the production of 1 kg of wheat flour for human consumption, and secondary products of wheat bran and wheat screenings for animal feed production from global dry milling practices. The wheat flour represents all milled products intended for human consumption i.e. cake flour, self-raising flour, white bread flour, brown bread flour, whole wheat meal, and semolina. Flours and meals are typically used for baking bread and other baked goods, while semolina the coarse, purified wheat middlings of durum wheat is used mainly in the making of pasta and couscous. The module includes the receiving of wheat and processing thereof through multiple grinding and sieving steps. Activities that have been considered in this dataset are the inputs of wheat, water and electricity.;Boundary with exchanges for wheat grain processing, dry milling, GLO 2017 This activity starts with the wheat received at the gate of the dry milling plant. This activity ends with the delivery of 1 kg of milled wheat products and by-product(s) at the factory gate of the milling plant.

Inputs

Flow	Amount	Unit	Provider	Description
building, multi-storey	0.000009	m3	building construction, multi-storey building, multi-storey Cutoff, U (copy) - BR	Estimation. Not geography specific. Value and comment from "maize grain, feed production, GLO": The typical storage capacity of the cereal silo found in some feed processing centres in Switzerland is 10,000 tonnes, with an effective storage volume of about 80% of the building volume. With an average grain specific weight of 750

				<p>kg/m³, this gives a building volume of about 16,650 m³. Assuming that these feed processing centres process 25,000 tonnes of grain per year, the cereals will be stored for about three months before being processed. The largest feed processing centre in Switzerland (UFA-Biblis) has a feedstuff storage compound of 29,440 m³ (80 m length * 23 m * 16 m height) with an effective storage capacity of 4,140 tonnes (5520 palletes of 750 kg), or about 150 kg/m³ (UFA 2002). This centre processes 275,000 tonnes of concentrate feeds yearly. After processing, the feedstuff must therefore be stored for approx. one week in the processing centre before being sent to the regional storehouse. The average length of storage of the raw materials is set at 3 months in the calculations. The storage volume required was estimated as 1.7 m³/tonne of raw material (grain specific weight 750 kg/m³ and 80% of the building volume used for storage). The lifetime of the storage silo was assumed to be 50 years, the length of the construction phase 2 years. Land use was estimated from the height of Biblis's storage silo (UFA 2002). Taking the height of 16 m, the area used is 0.1 m²/tonne of feedstuff for 3 months.</p>
electricity, low voltage	0.016152	kWh	market group for electricity, low voltage electricity,	Average electricity use of two dry milling facilities in South Africa: a

			low voltage Cutoff, U - BR	combined wheat & maize mill, and a dedicated wheat mill.
industrial machine, heavy, unspecified	0.000015	kg	market for industrial machine, heavy, unspecified industrial machine, heavy, unspecified Cutoff, U - RoW	Estimate from industrial machinery used in "Limestone, crushed, for mill production" (annual production of 195,000 tonnes), which is assumed to provide a good proxy for flour milling. Value adapted on the basis of annual production, which was estimated to be an average of 415,000 tonnes per year, based on the production figures of two dry milling facilities in South Africa. The estimated life span of the machines is 25 years.
Occupation, construction site	0.000002	m2*a		Estimation. Not geography specific. Value and comment from "maize grain, feed production, GLO": Corresponds to land use Transformation*2 years (the length of the construction phase is 2 years).
Occupation, industrial area, built up	0.000056	m2*a		Estimation. Not geography specific. Value and comment from "maize grain, feed production, GLO": Corresponds to 0.2m2/tonne (because the total area occupied as "industrial area" was estimated as twice as high, namely 0.2 m2/tonne) multiplied by 3 months (because the average length of storage of the raw materials is set at 3 months in the calculations).
tap water	0.000770	kg	market for tap water tap water Cutoff, U - BR	Average water use of two dry milling facilities in South Africa: a combined wheat & maize mill, and a dedicated wheat mill. Water is used to condition the wheat and is all absorbed by the

				grain, i.e. no wastewater is produced (personal communication by mill operator).
Transformation, from unknown	0.000001	m2		Estimation. Not geography specific. Value and comment from "maize grain, feed production, GLO": Corresponds to occupation industrial area/50 years (the lifetime of the storage silo was assumed to be 50 years).
Transformation, to industrial area, built up	0.000001	m2		Estimation. Not geography specific. Value and comment from "maize grain, feed production, GLO": Corresponds to occupation industrial area/50 years (the lifetime of the storage silo was assumed to be 50 years).
transport, freight, lorry, unspecified	0.191400	t*km	market for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, U - RoW	Transport distance based on US BTS Commodity Flow Surveys 1993, 1997, 2002, 2007, US Dep. Of Transportation, Bureau of Transportation Statistics. Of the total road transport, 6% is assumed to be by delivery van for goods with a large share of retail sale, and 3% for goods that are mainly sold via wholesale.
wheat grain	1.137322	kg	wheat production wheat grain Cutoff, U (copy) - BR	This figure represents wheat received at the gate of the dry milling plant to produce 1 kg milled wheat products. An average of 2% of wheat received is estimated to be reject material based on data from a single mill (value for combined bran and screenings produced). Maximum permissible levels of deviations (screenings, other grains and gravel, turf etcl) for all grades of wheat is 5%. Reference:

				Department of Agriculture (2016). Regulations relating to the grading, packing and marking of bread wheat intended for sale in the Republic of South Africa. Government gazette, 29 January 20016.
--	--	--	--	--

Outputs

Flow	Amount	Unit	Provider	Description
Water	0.000024	kg		Calculated value: water balance over process. Assumed all water loss from wheat during the grinding process, which produces heat, is lost to air.
wheat flour	1.000000	kg		<i>This product covers all grades of flour from the milling of wheat (cake flour, bread flour, whole wheat meal and semolina). The product fraction is calculated from the annual average output of products from dry milling for human consumption in South Africa reported by SAGIS (South African Grain Information Service) on a monthly basis (July 2015 - June 2016). Essentially all wheat in South Africa is milled to produce products for human consumption (cake flour, self-raising flour, white bread flour, brown bread flour, industrial flour, whole wheat meal and semolina), and bran, sold primarily as an animal feed. Less than 1% of wheat is milled for animal consumption. Reference(s): SAGIS (2016) Maize Products per Month Manufactured - July 2015 to June 2016, South African Grain Information</i>

				<i>Service. Available at: www.sagis.org.za. (Accessed April 2017)</i>
--	--	--	--	---

Beer, regular (4-5° alcohol), at plant (AGB 3.0)

Description: Inventory of AGRIBALYSE v3.0.1, 2020.

This dataset represent the production of one liter of bottled lager beer at pant in France.

The system covers all stages from raw material production and agricultural upstream to brewing process and bottling process (without packaging material) (cradle to gate). It is assumed to take place in France. Consequently, all datasets are chosen for France and Europe, when not available for France.

The downstream stages from plant gate to consumer are out of scope since they are already included in Agribalyse 3.0 database. The following stages are excluded from the system:

- o Packaging material: glass is already included in Agribalyse database,
- o Distribution and consumer transport downstream of the plant: already included in Agribalyse database.
- o Storage and cooling at retail and consumer: already included in Agribalyse database.

The figure represents the system modelling boundaries (exclusions are greyed).

_ Beer recipes and manufacturing processes are very diversified in industrial and craft beer sectors. According to Canadian beverage database, the most consumed beers are lager, with 89,54 % market share during 2010 to 2014 (European Commission, 2018). It is assumed that a regular 4,5° alcohol by volume beer can be represented by lager beers. In this category, 40 % are full grain lager, meaning only malted barley is used as the cereal base, and 60 % are extract lager, which include barley malt extract and other cereals such as corn. Therefore, recipes for each lager beer type are averaged to represent the overall

beer market. Beer recipes are based on lager beers (full grain and extract) from Cambden BRI.

_ For the plant process, data are mainly collected from PEFCR.

_ The malting of barley grain is not included in any barley production dataset. It is also not part of the process at the brewery. Data from FAO gives the specific inventory for malting (FAO, 2009). Malting is supposed to take place in France. French electricity grid mix is considered.

Losses of barley in the malting process are not considered.

_ Along the brewing process, energy as electricity and heat is required for brewing, temperature control during fermentation and bottling. Water is also needed as a recipe input, which is not indicated in the recipe from PEFCR (European Commission, 2018), as well as for cooling after brewing and cleaning equipments. Input data were collected from BREF study (European IPPC Bureau, 2019) and compared to other articles in the table below. Across the studies we consider, only BREF is complete. Moreover, quantities are the largest allowing conservative assumptions. However, data come from a wide range of primary sources geographically as well as temporally. Beer production is taking place in France. Electricity grid mix is adjusted to French context.

Losses of beer in the process are not considered. No water recycling considered.

_ Emissions to air and water and solid emissions are investigated in BREF study.

Emissions to air are not evaluated in the study. Apart from emissions from energy production already included in LCA datasets, emissions to air can be related to grain dust during transportation and transfer and to CO₂ emissions during fermentation. They are not quantified since they have negligible environmental and odor impact.

Emissions to water mostly result from organic compound discharged by ingredients during the brewing process. Water content in spent grain, later rejected to wastewater network, account for this organic load. Cleaning products account for lower organic emissions. Because of lack of data, water emissions are not evaluated. They are neglected in this model.

Solid emissions are described for a large-scale brewery in 2002.

_According to Fillaudeau et al., spent grains, yeast surplus and other organic wastes resulting from the brewing process are destined to animal feed (Fillaudeau et al., 2006). In a conservative approach, allocation for outputs are not chosen. Solid emissions are assumed to be treated as municipal solid waste.

According to PEF Guidance on food losses, solid waste treatment is: 50% incineration, 25% composting, and 25% methanization.

Compared to the recipe, grain reject is consistent with the barley malt input. Yeast rehydration can explain a higher reject mass of surplus yeast than dry yeast input.

_Supply of input material : According to PEFCR for beer (European Commission, 2018), ingredient supply is made by Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 {RER}| market for| Cut-off, S with a utilization rate of 50%. A 500 km distance is applied to all inputs. Therefore, datasets from Ecoinvent database will not be chosen as ""market for"".

_Solid waste transport : Solid waste at the brewery are managed similarly to our hypotheses in Agribalyse 3.0 database.

Boundary with nature: Unspecified

Generator: Gingko 21 + Blonk Consultants

Inputs

Flow Agribalyse 3.0.1	Flow Ecoinvent 3.6	Amount	Unit	Provider	Description
Biowaste {GLO} treatment of biowaste, municipal incineration - GLO	process-specific burdens, sanitary landfill	0.0732	kg	process-specific burdens, sanitary landfill process-specific burdens, sanitary landfill Cutoff, U - RoW	Organic waste from brewing proces, Assumptions

Biowaste {RoW} treatment of biowaste by anaerobic digestion Cut- off, S - Copied from Ecoinvent	process-specific burdens, sanitary landfill	0.0366	kg	process-specific burdens, sanitary landfill process- specific burdens, sanitary landfill Cutoff, U - RoW	Organic waste from brewing proces, (European IPPC Bureau, 2019)
Biowaste {RoW} treatment of biowaste, industrial composting Cut-off, S - Copied from Ecoinvent	process-specific burdens, sanitary landfill	0.0366	kg	process-specific burdens, sanitary landfill process- specific burdens, sanitary landfill Cutoff, U - RoW	Organic waste from brewing process, Assumptions
Calcium chloride {RER} soda production, solvay process - RER	calcium chloride	6.00E-05	kg	market for calcium chloride calcium chloride Cutoff, U - RoW	Brewing recipe - brewing salts and pH regulators, proxy for calcium sulphate (European Commission, 2018)
Calcium chloride {RER} soda production, solvay process - RER	calcium chloride	5.00E-04	kg	market for calcium chloride calcium chloride Cutoff, U - RoW	Brewing recipe - brewing salts and pH regulators, proxy for brewing salts (European Commission, 2018)
Carbon dioxide, liquid {RER} production Cut- off, S - Copied	carbon dioxide, liquid	1.25E-04	kg	market for carbon dioxide, liquid carbon dioxide, liquid Cutoff, U - RoW	Brewing recipe - hop products (European Commission, 2018)

from Ecoinvent - RER					
Diatomaceous earth, at plant/CH U (ACYVIA)	diatomite	6.60E-04	kg		Brewing recipe - filter aids (European Commission, 2018)
Electricity, medium voltage {FR} market for Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - FR	electricity, medium voltage	0.0165	kWh	market group for electricity, medium voltage electricity, medium voltage Cutoff, U - BR	Malting process, (FAO, 2009)
Electricity, medium voltage {FR} market for Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - FR	electricity, medium voltage	0.536	kWh	market group for electricity, medium voltage electricity, medium voltage Cutoff, U - BR	Brewing process, (European IPPC Bureau, 2019)
Expanded perlite {RoW} production Cut-off, S - Copied from Ecoinvent	expanded perlite	1.90E-04	kg	expanded perlite production expanded perlite Cutoff, U - RoW	Brewing recipe - filter aids (European Commission, 2018)
Extraction of sugar, from sugar beet, processing/FR U	sugar, from sugarcane	0.009	kg	sugarcane processing, modern annexed plant sugar, from	Brewing recipe - sugars, proxy: barley for high maltose syrup (European Commission, 2018)

				sugarcane Cutoff, U - BR	
Heat, central or small-scale, natural gas {Europe without Switzerland} market for heat, central or small-scale, natural gas Cut-off, S - Copied from Ecoinvent	heat, central or small-scale, natural gas	0.343	MJ	market for heat, central or small-scale, natural gas heat, central or small-scale, natural gas Cutoff, U - RoW	Malting process, (FAO, 2009)
Heat, central or small-scale, natural gas {Europe without Switzerland} market for heat, central or small-scale, natural gas Cut-off, S - Copied from Ecoinvent	heat, central or small-scale, natural gas	1.93	MJ	market for heat, central or small-scale, natural gas heat, central or small-scale, natural gas Cutoff, U - RoW	Brewing process, (European IPPC Bureau, 2019)
Hemp, grain, Champagne, at farm gate/FR U	No matching flows were found. The flow was not included. ⁵	2.00E-04	kg		Brewing recipe - hop products, proxy for hop pellet (European Commission, 2018)

⁵ An estimation of GHG emissions related to the beer production conducted through the Agribalyse Database, with CML-IA baseline as the LCIA method, showed that the flows which were not included in the adaption to Ecoinvent have minor effect in the GWP-100a category (check Figure x).

Maize starch, at farm gate/FR U	maize starch	0.012	kg	maize starch production maize starch Cutoff, U - RoW	Brewing recipe - raw cereals, proxy for maize flake (European Commission, 2018)
Nitric acid, without water, in 50% solution state {RER} nitric acid production, product in 50% solution state Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - RER	nitric acid, without water, in 50% solution state	0.00205	kg	nitric acid production, product in 50% solution state nitric acid, without water, in 50% solution state Cutoff, U - RoW	Brewing recipe - cleansers (European Commission, 2018)
Peracetic acid, at plant/RER U (ACYVIA)	Peracetic acid	2.00E-05	kg		Brewing recipe - cleansers, proxy for peracetic acid (European Commission, 2018)
Polydimethylsiloxane {GLO} polydimethylsiloxane production Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - GLO	polydimethylsiloxane	6.00E-05	kg	polydimethylsiloxane production polydimethylsiloxane Cutoff, U - GLO	Brewing recipe - antifoam (European Commission, 2018)
Polyvinylpyrrolidone (PVPP), at plant/RER U (ACYVIA)	No matching flows were found. The flow was not included.	2.00E-05	kg		Brewing recipe - filter aids (European Commission, 2018)
Silica sand {RoW} production Cut-	silica sand	1.20E-05	kg	silica sand production silica sand Cutoff, U - RoW	Brewing recipe - filter aids (European Commission, 2018)

off, S - Copied from Ecoinvent					
Sodium hydroxide, without water, in 50% solution state {GLO} market for Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - GLO	sodium hydroxide, without water, in 50% solution state	0.00509	kg	market for sodium hydroxide, without water, in 50% solution state sodium hydroxide, without water, in 50% solution state Cutoff, U - GLO	Brewing recipe - cleansers (European Commission, 2018)
Sodium hypochlorite, without water, in 15% solution state {GLO} market for Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - GLO	sodium hypochlorite, without water, in 15% solution state	1.00E-07	kg	market for sodium hypochlorite, without water, in 15% solution state sodium hypochlorite, without water, in 15% solution state Cutoff, U - RoW	Brewing recipe - cleansers (European Commission, 2018)
Steel, chromium steel 18/8 {RER} steel production, converter, chromium steel 18/8 Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - RER	steel, chromium steel 18/8	1.00E-06	kg	steel production, electric, chromium steel 18/8 steel, chromium steel 18/8 Cutoff, U - RoW	Brewing recipe - filter aids, proxy for cartridge filters (European Commission, 2018)
Tap water {RER} market group for Cut-off, U -	tap water	0.889	kg	market for tap water tap	Malting process, (FAO, 2009)

Copied from Ecoinvent - RER				water Cutoff, U - BR	
Tap water {RER} market group for Cut-off, U - Copied from Ecoinvent - RER	tap water		6 kg	market for tap water tap water Cutoff, U - BR	Brewing process, (European IPPC Bureau, 2019)
Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - RER	transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4		0.00264 t*km	market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Cutoff, U - RoW	Transport, solid waste emission from brewery to end of life treatment facility Assumptions
Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - RER	transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4		0.0849 t*km	market for transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 Cutoff, U - RoW	Transport, supply of ingredients from production site to brewery (European Commission, 2018)
Transport, freight, lorry with refrigeration machine, 7.5-16 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling {GLO}	transport, freight, lorry with refrigeration machine, 7.5-16 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling		675 kg*km	market for transport, freight, lorry with refrigeration machine, 7.5-16 ton, EURO5, R134a	Transport to distribution, includes mass of packaging material

transport, freight, lorry with refrigeration machine, 7.5-16 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - GLO				refrigerant, cooling transport, freight, lorry with refrigeration machine, 7.5-16 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling Cutoff, U - GLO	
Wastewater, average {Europe without Switzerland} market for wastewater, average Cut-off, S - Copied from Ecoinvent	wastewater, average	0.00589	m3	treatment of wastewater, average, capacity 1E9l/year wastewater, average Cutoff, U - RoW	Malting and brewing wastewater, (European IPPC Bureau, 2019)
Wheat starch, from wheat starch extraction, at plant/FR U	No matching flows were found. The flow was not included.	0.012	kg		Brewing recipe - raw cereals, proxy for barley flake (European Commission, 2018)
Winter barley, conventional, malting quality, animal feed, at farm gate/FR U	barley grain, feed	0.127	kg	barley grain, feed production barley grain, feed Cutoff, U (copy) - BR	Brewing process - malted cereals, (European Commission, 2018)
Winter barley, conventional, malting quality,	barley grain, feed	0.009	kg	barley grain, feed production barley grain,	Brewing recipe - sugars, proxy: barley for high maltose

animal feed, at farm gate/FR U				feed Cutoff, U (copy) - BR	syrup (European Commission, 2018)
Yeast, at plant/RER U (ACYVIA)	No matching flows were found. The flow was not included.	1.60E-04	kg		Brewing recipe - processing aids (European Commission, 2018)
Zinc monosulfate {RER} production Cutoff, S - Copied from Ecoinvent - RER	zinc monosulfate	4.00E-07	kg	market for zinc monosulfate zinc monosulfate Cutoff, U - RoW	Brewing recipe - yeast foods (European Commission, 2018)

Outputs

Flow	Flow Ecoinvent 3.6	Amount	Unit	Provider	Description
Beer, regular (4-5° alcohol), at plant/FR U	Beer, regular	1	kg		Production of 1 liter of bottled beer (density=1) at plant. Bottle packaging is not included

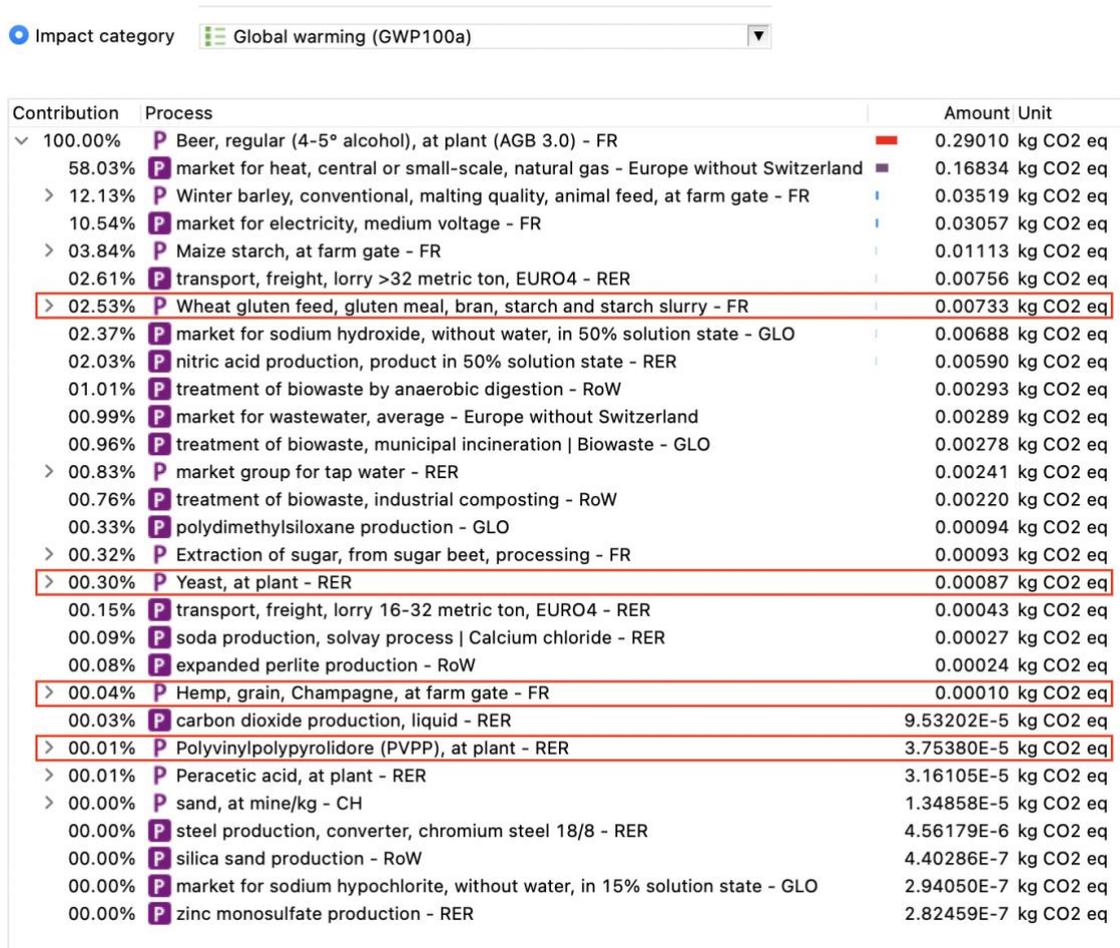


Figure 1: Contribution tree for the process Beer, regular (4-5° alcohol), at plant (AGB 3.0). Calculated in OpenLCA with the Agribalyse 3.0.1 database.

Orange juice; industrial production; at plant; NFC; 1L (AGB 3.0)

Description: This process describe the production of orange juice (not concentrated) from oranges. Energy use for bottling and for concentrating juice are not accounted for. For additional information, please refer to the Agribalyse 3.0 methodological report. Boundary with nature: Unspecified

Record: Aurore Wermeille - Sayari

aurore.wermeille@sayari.co

Generator: Sayari - Blonk Consultants

Inputs

Flow Agribalyse 3.0.1	Flow Ecoinvent 3.6	Amount	Unit	Provider	Description
Biowaste {RoW} market for Cut-off, S - Copied from Ecoinvent	biowaste	1.29	kg	market for biowaste biowaste Cutoff, U - RoW	
Electricity, medium voltage {FR} market for Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - FR	electricity, medium voltage	0.321	MJ	market group for electricity, medium voltage electricity, medium voltage Cutoff, U - BR	
Generic detergent-disinfectant, at plant/RER U (ACYVIA)	Generic detergent-disinfectant, at plant	0.0089	kg	Generic detergent-disinfectant, at plant - BR	
Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at industrial furnace low-NOx >100kW Cut-off, S - Copied from Ecoinvent	heat, district or industrial, natural gas	0.0174	MJ	market for heat, district or industrial, natural gas heat, district or industrial, natural gas Cutoff, U - RoW	
Nitric acid, without water, in 50% solution state {GLO} market for Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - GLO	nitric acid, without water, in 50% solution state	3.00E-04	kg	market for nitric acid, without water, in 50% solution state nitric acid, without water, in 50% solution state Cutoff, U - RoW	

Orange, consumption mix/FR U	orange, processing grade	2.29	kg	orange production, processing grade orange, processing grade Cutoff, U (copy) - BR
Tap water {GLO} market group for Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - GLO	tap water	5.1	kg	market for tap water tap water Cutoff, U - BR
Transport, freight, lorry with refrigeration machine, 7.5-16 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling {GLO} transport, freight, lorry with refrigeration machine, 7.5-16 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - GLO	Transport, freight, lorry with refrigeration machine, 7.5-16 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling	495	kg*km	market for transport, freight, lorry with refrigeration machine, 7.5-16 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling transport, freight, lorry with refrigeration machine, 7.5-16 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling Cutoff, U - GLO
Treatment, sewage, to wastewater treatment/CH U (ACYVIA)	wastewater, average	0.0051	m3	treatment of wastewater, average, capacity 1E9l/year wastewater, average Cutoff, U - RoW

Outputs

Flow Agribalyse 3.0.1	Flow Ecoinvent 3.6	Amount	Unit	Provider	Description
-----------------------	--------------------	--------	------	----------	-------------

Orange juice; industrial production; at plant; NFC; 1L/FR U		1	kg		
---	--	---	----	--	--

Generic detergent-disinfectant, at plant

Inputs

Flow Agribalyse 3.0.1	Flow Ecoinvent 3.6	Amount	Unit	Provider	Description
Acetic acid, without water, in 98% solution state {GLO} market for Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - GLO	acetic acid, without water, in 98% solution state	0.07	kg	market for acetic acid, without water, in 98% solution state acetic acid, without water, in 98% solution state Cutoff, U - GLO	
Chemical, organic {GLO} market for Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - GLO	Chemical, organic	0.05	kg	market for chemical, organic chemical, organic Cutoff, U - GLO	

Hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state {GLO} market for Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - GLO	Hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state	0.14	kg	market for hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state Cutoff, U - RoW
Water, deionised, from tap water, at user {Europe without Switzerland} market for water, deionised, fro'm tap water, at user Cut-off, S - Copied from Ecoinvent	Water, deionised	0.74	kg	market for water, deionised water, deionised Cutoff, U - RoW

Outputs

Flow Agribalyse 3.0.1	Flow Ecoinvent 3.6	Amount	Unit	Provider	Description
Generic detergent-disinfectant, at plant/RER U (ACYVIA)	Generic detergent-disinfectant, at plant	1	kg		

Cola, with sugar and artificial sweetener(s), processed in FR | Chilled | PET | at distribution

Description: Inventory of AGRIBALYSE v3.0.1, 2020

This database has been produced as part of AGRIBALYSE program lead by ADEME and INRAE since 2009. It contains agricultural and food products produced and/or consumed in France. It follows CIQUAL nomenclature, the French nutritional database. AGRIBALYSEv3.0 is built upon previous work and datasets, in particular AGRIBALYSE v1.3 and v1.4 (French agricultural products); ACYVIA (food transformation), Ecoinvent v3.5 (imported products + non-food-datasets) and WFLDB v3.1 (imported products). Methodology principles follow the key international guidelines as much as possible (ISO, LEAP, PEF). All details and documentation available on www.agribalyse.fr<<http://www.agribalyse.fr/>>.

Propriété : ADEME

Générateur : Gingko 21, Sayari, Blonk Consultants.

Vérificateurs : RIVM, GreenDelta, Koch Consulting.

Property rights : OpenData, licence ""Ecolab"".

Contact : agribalyse@ademe.fr

Status: Finished

Boundary with nature: Unspecified

Inputs

Flow 3.0.4	Agribalyse	Flow Ecoinvent 3.6	Amount	Unit	Provider	Description
Extrusion of plastic sheets and thermoforming, inline {FR} processing Cut-off,		extrusion of plastic sheets and thermoforming, inline	0.05	kg	extrusion of plastic sheets and thermoforming, inline extrusion of plastic sheets	Extrusion of plastic packaging material

S - Copied from Ecoinvent - FR				and thermoforming, inline Cutoff, U - RoW	
Impact extrusion of aluminium, deformation stroke {RER} processing Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - RER	Impact extrusion of aluminium, deformation stroke	0.05	kg	impact extrusion of aluminium, deformation stroke impact extrusion of aluminium, deformation stroke Cutoff, U - RoW	Extrusion of aluminium packaging material
Impact extrusion of steel, cold, deformation stroke {RER} processing Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - RER	Impact extrusion of steel, cold, deformation stroke	0.05	kg	impact extrusion of steel, cold, deformation stroke impact extrusion of steel, cold, deformation stroke Cutoff, U - RoW	Extrusion of steel packaging material
Lemonade, with sugar, at plant/FR U	Lemonade, with sugar	1	kg	Lemonade, with sugar, at plant - BR	No losses assumed at packaging
Polyethylene terephthalate, granulate, bottle grade {RER} production Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - RER	Polyethylene terephthalate, granulate, bottle grade	0.05	kg	polyethylene terephthalate, granulate, bottle grade, recycled to generic market for bottle grade PET granulate polyethylene terephthalate,	PET for packaging material

				granulate, bottle grade Cutoff, U - CH	
Transport, freight train {RER} market group for transport, freight train Cutoff, S - Copied from Ecoinvent - RER	Transport, freight train	14	kg*km	market for transport, freight train transport, freight train Cutoff, U - RoW	Transport of all packaging materials (39 km for glass, 280 km for all other materials), based on PEF guidance document
Transport, freight, inland waterways, barge {RER} processing - RER	Transport, freight, inland waterways, barge	18	kg*km	market for transport, freight, inland waterways, barge transport, freight, inland waterways, barge Cutoff, U - RoW	Transport of all packaging materials (87 km for glass, 360 km for all other materials), based on PEF guidance document
Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro6 {RER} market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 Cutoff, S - Copied from Ecoinvent - RER	transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6	11.5	kg*km	market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 Cutoff, U - RoW	Transport of all packaging materials (350 km for glass, 230 km for all other materials), based on PEF guidance document

Transport, freight, lorry with refrigeration machine, 7.5-16 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling {GLO} transport, freight, lorry with refrigeration machine, 7.5-16 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - GLO	Transport, freight, lorry with refrigeration machine, 7.5-16 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling	472.5	kg*km	market for transport, freight, lorry with refrigeration machine, 7.5-16 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling transport, freight, lorry with refrigeration machine, 7.5-16 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling Cutoff, U - GLO	Transport to distribution, includes mass of packaging material
---	---	-------	-------	--	--

Outputs

Flow Agribalyse 3.0.4	Flow Ecoinvent 3.6	Amount	Unit	Provider	Description
Cola, with sugar and artificial sweetener(s), processed in FR Chilled PET at packaging/FR		1	kg		

Lemonade, with sugar, at plant

Inputs

Flow Agrbalyse 3.0.1	Flow Ecoinvent 3.6	Amount	Unit	Provider	Description
Lemon juice, pure juice, at plant/FR U	Orange juice; industrial production	0.127	kg	Orange juice; industrial production - BR	
Water, municipal/FR U	tap water	0.779	kg	market for tap water tap water Cutoff, U - BR	
White sugar, production, at plant/FR U	sugar, from sugarcane	0.0866	kg	sugarcane processing, modern annexed plant sugar, from sugarcane Cutoff, U - BR	

Outputs

Flow Agrbalyse 3.0.1	Flow Ecoinvent 3.6	Amount	Unit	Provider	Description
Lemonade, with sugar, at plant/FR U		1	kg		The CIQUAL food item 'Lemonade, with sugar' matches with a recipe from ANSES.

Bolognese-style pasta (spaghetti, tagliatelle...), at plant

Description: Inventory of AGRIBALYSE v3.0.1, 2020.

The CIQUAL food item 'Bolognese-style pasta (spaghetti, tagliatelle...)' matches with a recipe from ANSES. Boundary with nature: Unspecified

Inputs

Flow Agribalysé	Flow Ecoinvent	Amount	Unit	Provider	Description
Butter, unsalted, at dairy/FR U	butter, from cow milk	0.0262	kg	butter production, from cow milk butter, from cow milk Cutoff, U (copy) - BR	
Carrot, peeled, at processing/FR U	carrot	0.0237	kg	carrot production carrot Cutoff, U (copy) - BR	
Cooking, industrial, 1kg of cooked product/ FR U	Gas boiling, industrial, 1kg of boiled product (created)	1	kg	Gas boiling, industrial, 1kg of boiled product, for boiling - BR (created)	
Emmental cheese, from cow's milk, at plant/FR U	cheese, from cow milk, fresh, unripened	0.0786	kg	cheese production, soft, from cow milk cheese, from cow milk, fresh, unripened Cutoff, U (copy) - BR	
Ground beef, fresh, for processing/FR U	cattle for slaughtering, live weight	0.087	kg	market for cattle for slaughtering, live weight cattle for slaughtering, live weight Cutoff, U - BR	

Olive oil, at plant/FR U	soybean oil, refined	0.0101	kg	soybean oil refinery operation soybean oil, refined Cutoff, U (copy, IGES) - BR	
Onions, peeled, at processing/FR U	onion	0.0223	kg	onion production onion Cutoff, U (copy) - BR	
Pasta, dried, from durum wheat, at plant/FR U	Pasta, dried, from durum wheat (created)	0.472	kg	Pasta, dried, from durum wheat, at plant - BR (created)	
Semi-skimmed milk, at plant/FR U	skimmed milk, from cow milk	0.137	kg	butter production, from cream, from cow milk skimmed milk, from cow milk Cutoff, U (copy) - BR	
Tomato, for processing, peeled, at plant/FR U	tomato, fresh grade	0.134	kg	tomato production, fresh grade, open field tomato, fresh grade Cutoff, U (copy) - BR	
Transport, freight, lorry with refrigeration machine, 7.5-16 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling {GLO} transport, freight, lorry with	Transport, freight, lorry with refrigeration machine, 7.5-16 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling	472.5	kg*km	market for transport, freight, lorry with refrigeration machine, 7.5-16 ton, EURO5, R134a refrigerant,	Transport to distribution, includes mass of packaging material

refrigeration machine, 7.5-16 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - GLO				cooling transport, freight, lorry with refrigeration machine, 7.5-16 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling Cutoff, U - GLO	
Water, municipal/FR U	tap water	0.243	kg	market for tap water tap water Cutoff, U - BR	

Outputs

Flow Agribalyse	Flow Ecoinvent	Amount	Unit	Provider	Description
<i>Bolognese-style pasta (spaghetti, tagliatelle...), at plant/FR U</i>		1	kg		<i>The CIQUAL food item 'Bolognese-style pasta (spaghetti, tagliatelle...)' matches with a recipe from ANSES.</i>
Water	water	0.287	kg		Water evaporated

Durum wheat, semolina, at plant (WFLDB 3.1)

Description: Included processes: This multi-output process covers the production of durum wheat semolina and co-products (mainly bran). The inventory includes the inputs of wheat, energy, water and land occupied by the factory. Transport of wheat to the factory is

included. Wastes (losses) composting is considered (empty ""dummy"" dataset for composting because of the cut-off allocation method). Packaging is not included.

Remark: The functional unit is the production of 1 kg of durum wheat semolina. The production system is based on an Italian mill producing 68'000 tonnes semolina/year. Allocation between co-products is based on their economical value with the following allocation factors:

- semolina: 88.6%
- co-products (bran): 11.4%

PEF-Quality: data quality rating (DQR) = 2.2 (i.e. good quality)

Boundary with nature: Unspecified

Record: Data entry by: Cécile Guignard

Telephone: 0041 21 693 91 92; E-mail: cecile.guignard@quantis-intl.com; Company: Quantis; Country: CH

Generator: Generator/publicator: Quantis, WFLDB team

Telephone: 0041 21 693 91 92; E-mail: xavier.bengoa@quantis-intl.com; Company: Quantis; Country: CH

Inputs

Flow Agribalyse	Flow Ecoinvent	Amount	Unit	Provider	Description
--------------------	-------------------	--------	------	----------	-------------

Biowaste {CH} treatment of biowaste, industrial composting - CH	biowaste	0.014705882	kg	treatment of biowaste, industrial composting biowaste Cutoff, U - RoW	(1,4,3,1,1,5)
Building, hall {CH} construction Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - CH	building, hall	8.38235E-05	m2	building construction, hall building, hall Cutoff, U - RoW	(5,4,3,1,4,na) Infrastructure: size of the building assumed to correspond to the industrial area, lifetime: 50 years
Electricity, low voltage {RER} market group for Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - RER	Electricity, low voltage	0.000852941	MWh	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - BR	(1,4,3,1,1,5)
Heat, central or small- scale, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at boiler modulating <100kW Cut-off, S -	Heat, central or small-scale, natural gas	0.114705882	MJ	heat production, natural gas, at boiler modulating <100kW heat, central or small- scale, natural gas Cutoff, U - RoW	(1,4,3,1,1,5)

Copied from Ecoinvent					
Occupation, industrial area, built up	Occupation, industrial area, built up	0.004191176	m2*a		(1,4,3,1,1,5)
Spring wheat grain, at farm (WFLDB 3.1)/CA U	wheat grain	0.001323529	t	wheat production wheat grain Cutoff, U (copy) - BR	(1,4,3,1,1,5)
Tap water {RER} market group for Cut-off, U - Copied from Ecoinvent - RER	tap water	0.220588235	kg	market for tap water tap water Cutoff, U - BR	(1,4,3,1,1,5)
Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Cut-off, S - Copied from	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4	0.066176471	t*km	market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4	(1,4,3,1,1,5)

Ecoinvent - RER				Cutoff, U - RoW	
Wastewater, average {CH} treatment of, capacity 1.1E10/year Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - CH	Wastewater, average	0.000193676	m3	treatment of wastewater, average, capacity 1E9/year wastewater, average Cutoff, U - RoW	Water released to treatment: 87.8% considered by default for food transformation, as per WFLDB Methodological Guidelines

Outputs

Flow Agribalyse	Flow Ecoinvent	Amount	Unit	Provider	Description
Durum wheat, bran, at plant (WFLDB 3.1)/GLO U		0.308823529	kg		Data based on Bevilacqua 2007. Durum wheat semolina production in a mill producing 67'000 tonnes semolina/year. 9 tonnes durum wheat gives 6.8 tonnes semolina and 2.1 tonnes co-products (mainly bran) Included steps are: stocking (in silos), cleaning (wheat separated from extraneous materials), conditioning (water addition), grinding, sifting (classification: gives 76% semolina, 24%

					subproducts). Subproducts are used for cattle feed. Price of wheat bran based on alibaba.com, accessed May 2015, 10 first price data considered: 164 EUR/tonne
<i>Durum wheat, semolina, at plant (WFLDB 3.1)/GLO U</i>		1	kg		<i>Data based on Bevilacqua 2007. Durum wheat semolina production in a mill producing 68'000 tonnes semolina/year. 9 tonnes durum wheat gives 6.8 tonnes semolina and 2.1 tonnes co-products (mainly bran) Included steps are: stocking (in silos), cleaning (wheat separated from extraneous materials), conditioning (water addition), grinding, sifting (classification: gives 76% semolina, 24% subproducts). Subproducts are used for cattle feed. Price of durum wheat semolina based on alibaba.com, accessed May 2015, 10 first price data considered: 393 EUR/tonne</i>
Water		0.026911765	kg		Water evaporated: 12.2% considered by default for food transformation, as per WFLDB Methodological Guidelines
Water, GLO		0.000193676	m3		Water released after treatment: 87.8% considered by default for food transformation, as per WFLDB Methodological Guidelines Note: ecoinvent 2.2

					processes for WWT do not include the water effluent.
--	--	--	--	--	--

Pasta, dried, from durum wheat, at plant

Description: Included processes: This process covers the production of dried pasta from durum wheat. The inventory includes the inputs of durum wheat semolina, energy, water and land occupied by the factory. Transport of durum wheat semolina to the factory is included. Wastes (losses) composting is considered (empty ""dummy"" dataset for composting because of the cut-off allocation method). Packaging is not included.

Remark: The functional unit is the production of 1 kg of durum wheat pasta, unpacked. The production system is based on an Italian factory producing 365'000 tonnes pasta/year.

PEF-Quality: data quality rating (DQR) = 2.2 (i.e. good quality)

Boundary with nature: Unspecified

Record: Data entry by: Cécile Guignard

Telephone: 0041 21 693 91 92; E-mail: cecile.guignard@quantis-intl.com; Company: Quantis; Country: CH

Generator: Generator/publicator: Quantis, WFLDB team

Telephone: 0041 21 693 91 92; E-mail: xavier.bengoa@quantis-intl.com; Company: Quantis; Country: CH

Transport data: process “Dried pasta, cooked, unsalted, processed in FR | Chilled | PP | at distribution”.

Inputs

Flow Agribalyse	Flow Ecoinvent	Amount	Unit	Provider	Description
Biowaste {CH} treatment of biowaste, industrial composting - CH	biowaste	0.01	kg	treatment of biowaste, industrial composting biowaste Cutoff, U - RoW	(1,4,3,1,1,5)
Building, hall {CH} construction Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - CH	Building, hall	0.00003	m2	building construction, hall building, hall Cutoff, U - RoW	(5,4,3,1,4,na) Infrastructure: size of the building assumed to correspond to the industrial area, lifetime: 50 years
Durum wheat, semolina, at plant (WFLDB 3.1)/GLO U	Durum wheat, semolina (created)	1.01	kg	Durum wheat, semolina, at plant (WFLDB 3.1) - BR (created)	(1,4,3,1,1,5)
Electricity, low voltage {RER} market group for Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - RER	Electricity, low voltage	0.16	kWh	market group for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, U - BR	(1,4,3,1,1,5) 40 kWh for services and 120 for processing
Heat, central or small-scale, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at boiler modulating <100kW Cut-off,	Heat, central or small-scale, natural gas	1.148	MJ	heat production, natural gas, at boiler modulating <100kW heat, central or small- scale, natural gas Cutoff, U - RoW	(1,4,3,1,1,5) 136 MJ heat gas for services and 1012 for drying

S - Copied from Ecoinvent					
Heat, central or small-scale, other than natural gas {CH} heat production, light fuel oil, at boiler 100kW, non-modulating Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - CH	Heat, central or small-scale, other than natural gas	0.7	MJ	heat production, light fuel oil, at boiler 100kW, non-modulating heat, central or small-scale, other than natural gas Cutoff, U - RoW	(1,4,3,1,1,5) Drying
Occupation, industrial area, built up	Occupation, industrial area, built up	0.0015	m2*a		(1,4,3,1,1,5)
Occupation, traffic area	Occupation, traffic area	0.0002	m2*a		(1,4,3,1,1,5)
Tap water {RER} market group for Cut-off, U - Copied from Ecoinvent - RER	Tap water	0.31	kg	market for tap water tap water Cutoff, U - BR	(1,4,3,1,1,5)
Transport, freight, lorry with refrigeration machine, 7.5-16 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling {GLO} transport, freight, lorry with	Transport, freight, lorry with refrigeration machine, 7.5-16 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling	472.5	kg*km	market for transport, freight, lorry with refrigeration machine, 7.5-16 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling transport, freight,	Transport to distribution, includes mass of packaging material

refrigeration machine, 7.5-16 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - GLO				lorry with refrigeration machine, 7.5-16 ton, EURO5, R134a refrigerant, cooling Cutoff, U - GLO	
Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - RER	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4	0.101	t*km	market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Cutoff, U - RoW	(1,4,3,1,1,5)
Wastewater, average {CH} treatment of, capacity 1.1E10/year Cut-off, S - Copied from Ecoinvent - CH	Wastewater, average	0.00027218	m3	treatment of wastewater, average, capacity 1E9l/year wastewater, average Cutoff, U - RoW	Water released to treatment: 87.8% considered by default for food transformation, as per WFLDB Methodological Guidelines

Outputs

Flow Agribalyse	Flow Ecoinvent	Amount	Unit	Provider	Description
-----------------	----------------	--------	------	----------	-------------

<p>Pasta, dried, from durum wheat, at plant (WFLDB 3.1)/GLO U</p>		<p>1</p>	<p>kg</p>		<p>Process based on Bevilacqua 2007. Durum wheat pasta produced in integrated process plant producing 1000 tonnes pasta/day. Included steps: semolina stocking (in silos), dosing (water addition), kneading (in vacuum condition), bronze drawing, drying, packing, stocking (warehouse).</p>
<p>Water</p>		<p>0.03782</p>	<p>kg</p>		<p>Water evaporated: 12.2% considered by default for food transformation, as per WFLDB Methodological Guidelines</p>
<p>Water, GLO</p>		<p>0.00027218</p>	<p>m3</p>		<p>Water released after treatment: 87.8% considered by default for food transformation, as per WFLDB Methodological Guidelines Note:</p>

					ecoinvent 2.2 processes for WWT do not include the water effluent.
--	--	--	--	--	--

Gas boiling, industrial, 1kg of boiled product, for boiling

Description: Boundary with nature: Unspecified

Inputs

Flow Agribalyse	Flow Ecoinvent	Amount	Unit	Provider	Description
Heating, industrial, 1kg of gas heated product, for gas boiling/ FR U	Heat, central or small-scale, natural gas	3.77	MJ	heat production, natural gas, at boiler modulating <100kW heat, central or small-scale, natural gas Cutoff, U - RoW	FSTC (1999), CEN (2005), Marti et al (2013), manufacturer's specification (2014)
Tap water {Europe without Switzerland} market for Cutoff, S - Copied from Ecoinvent	tap water	4.44	kg	market for tap water tap water Cutoff, U - BR	Manufacturer's specification
Wastewater, average {Europe without Switzerland} market for wastewater, average Cutoff, U - RoW	Wastewater, average	2.01	l	market for wastewater, average wastewater, average Cutoff, U - RoW	Marti et al

off, S - Copied from Ecoinvent					
-----------------------------------	--	--	--	--	--

Outputs

Flow Agribalyse	Flow Ecoinvent	Amount	Unit	Provider	Description
BOD5, Biological Oxygen Demand		0.6	g		Regolamento per la semplificazione di adempimenti amministrativi in materia ambientale gravanti sulle imprese, 2011
Gas boiling, industrial, 1kg of boiled product, for boiling/ FR U		1	kg		Data from Evaluation of environmental impacts in the catering sector, the case of pasta, Fusia, Guidetta, Azapagicb et al, 2014 - Italy
Water		0.18	kg		Article calculations

ANEXO F – Lista de itens sem inventários disponíveis

Grupo de alimentos	Itens ⁶
Legumes	Cogumelo em conserva (25.5g, 0.001%); Cogumelo in natura (15g, 0.001%).
Panificados	Pão doce (1275g, 0.031%); Rosca doce (1200g, 0.031%); Panetone (540g, 0.015%); Pão de leite (350g, 0.009%); Pão doce com recheio (250.8g, 0.006%); Pão de mel (138.65g, 0.003%); Pão doce sem recheio (50g, 0.001%); Bolo de chocolate (3275g, 0.064%); Bolo de milho (3060g, 0.082%); Bolo de trigo (2340g, 0.043%); Bolo simples (1980g, 0.041%); Bolo de cenoura (1200g, 0.023%); Bolo de laranja (1140g, 0.033%); Bolo de mandioca (1040g, 0.023%); Bolo doce com recheio e cobertura (480g, 0.011%); Bolo de banana (490g, 0.011%); Bolo de fubá (480g, 0.011%); Bolo de tapioca (560g, 0.013%); Bolo de coco (360g, 0.01%); Bolo de aipim (320g, 0.006%); Bolo de limao (300g, 0.013%); Filhos (bolinho de farinha de trigo e ovos) (340g, 0.007%); Bolo de chocolate com recheio e cobertura (120g, 0.003%); Bolo de cara (80g, 0.002%); Bolo de arroz (60g, 0.002%); Bolo de cenoura sem recheio com cobertura (540g, 0.026%); Tortas doces de qualquer sabor (552.5g, 0.015%); Biscoito doce (5888g, 0.131%); Bolacha doce (675g, 0.016%); Rosquinha doce (645g, 0.018%); Broa (170g, 0.008%); Biscoito salgado (6444g, 0.148%); Bolacha salgada (2112.5g, 0.041%); Biscoito de polvilho (636g, 0.016%); Biscoito não especificado (215g, 0.006%); Biscoito salgado integral (25g, 0.005%); Biscoito recheado (1906g, 0.051%); Bolacha recheada (265g, 0.007%); Salgadinho de milho (tipo doritos, fandangos, cheetos) (764g, 0.022%); Salgadinho batata chips (tipo ruffles) (192g, 0.005%); Chips (salgadinhos) (25g, 0.001%); Biscoito waffer / wafer light (320g, 0.006%); Bolo diet simples (60g, 0.012%); Bolacha salgada light (100g, 0.003%); Pão integral light (23g, 0.001%).

⁶ Entre parênteses estão, respectivamente, a quantidade total consumida pela amostra (em g) e o percentual em massa do total de alimentos consumidos em Brasília. A soma do percentual de todos os itens não incluídos nos cálculos das emissões é igual a 3.601%.

Doces	<p>Barra de chocolate (1026.3g, 0.023%); Brigadeiro (530g, 0.012%); Chocolate (437.6g, 0.015%); Bombom de qualquer marca (220g, 0.006%); Ovo de pascoa (177.6g, 0.003%); Tablete de chocolate (126g, 0.004%); Chocolate, tablete não especificado (69.3g, 0.002%); Confete (45g, 0.001%); Chocolate, tablete, ao leite (25.2g, 0.001%); Chocolate, tablete, branco (12.6g, 0%); Chocolate, tablete, meio amargo (12.6g, 0%); Chocolate, tablete, ao leite, recheado (6.3g, 0%); Achocolatado em po (822g, 0.019%); Canjica (950g, 0.033%); Pudim de leite (520g, 0.011%); Cuscuz com leite (2041.5g, 0.035%); Mousse (1010g, 0.026%); Doce de leite (1030.5g, 0.023%); Milk shake (600g, 0.025%); Pudim de qualquer sabor (260g, 0.004%); Curau de milho (460g, 0.013%); Chandeles de qualquer sabor (220g, 0.004%); Arroz-doce (280g, 0.005%); Leite condensado (122g, 0.003%); Pasta de amendoim (150g, 0.003%); Doce de amendoim (170g, 0.003%); Pacoca (62g, 0.001%); Pacoquinha de amendoim (30g, 0.001%); Goiabada (500g, 0.012%); Doce de frutas em pasta de qualquer sabor (360g, 0.028%); Banana flambada (120g, 0.002%); Doce de frutas em calda de qualquer sabor (105g, 0.002%); Geleia de frutas de qualquer marca ou sabor (102.5g, 0.001%); Sorvete de qualquer sabor industrializado (3378g, 0.114%); Din din (660g, 0.015%); Sorvete de casquinha / cone (404g, 0.01%); Picole de qualquer sabor industrializado (260g, 0.006%); Sorvete à base de iogurte (84g, 0.003%); Sorvete sundae (84g, 0.002%); Mel (58g, 0.001%); Adocante artificial (181g, 0.005%); Gelatina de qualquer sabor (1432.5g, 0.03%); Bala (765g, 0.025%); Tapioca doce recheada (630g, 0.011%); Gemada (400g, 0.01%); Pizza doce de qualquer sabor (300g, 0.007%); Jujuba (400g, 0.011%); Pave de qualquer sabor (85g, 0.001%); Doce de abobora (332g, 0.006%); Barra de cereais (275g, 0.005%); Pirulito (175g, 0.004%); Crepe / panqueca de fruta com Açúcar e canela (160g, 0.003%); Cocada (140g, 0.001%); Geleia de mocoto (136g, 0.002%); Bala de goma (5g, 0%); Marshmallow (80g, 0.001%); Crepe / panqueca de geleia (80g, 0.005%); Churro (59g, 0.012%); Barra de cereais doce (25g, 0%); Pastel com recheio doce (25g, 0.001%); Bala de fruta (20g, 0%); Chicletes (15g, 0%); Doce de frutas em barra ou pasta light (60g, 0.012%); Geleia diet (37.5g, 0.001%).</p>
Óleos e gorduras	<p>Margarina com ou sem sal (7808.5g, 0.193%); Maionese (molho) (1011.6g, 0.025%); Margarina light (5g, 0%).</p>

Bebidas	Bebida alcoolica (1200g, 0.021%); Cachaca (300g, 0.005%); Caipirinha (500g, 0.011%); Batida de qualquer sabor (300g, 0.011%); Vinho (2070g, 0.069%); Caldo de cana (2200g, 0.083%); Energetico (946g, 0.015%); Bebida energetica (500g, 0.01%); Bebida isotonica (240g, 0.007%).
Pizzas, salgados e sanduiches	Pão de queijo (11540g, 0.317%); Tapioca salgada recheada (2048.5g, 0.07%); Salgadinho (1435g, 0.036%); Tapioca recheada com queijo (1546.9g, 0.053%); Tapioca recheio não-especificado (1440g, 0.023%); Pastel (queijo, carne, palmito, etc) (1136g, 0.032%); Enroladinho (351g, 0.01%); Tranca salgada recheada (360g, 0.009%); Tapioca recheada com carne e queijo (241g, 0.016%); Rosca recheada (240g, 0.005%); Rissole / rizole (queijo, carne, camarao, etc) (95g, 0.003%); Empada (queijo, carne, camarao, etc) (110g, 0.004%); Pastel de forno/ pastel assado (queijo, carne, palmito, etc) (125g, 0.004%); Mini pastel (96g, 0.002%); Croissant com recheio salgado (80g, 0.002%); Esfirra (80g, 0.001%); Bolinho de aipim (45g, 0.001%); Cachorro quente (4125g, 0.107%); Misto quente ou frio (3973.7g, 0.116%); Pão com queijo (3950g, 0.101%); Hamburguer (sanduiche) (3250g, 0.083%); Pão com mortadela (3050g, 0.075%); Pão com ovo (3012.5g, 0.078%); Pão com queijo e presunto (1965.625g, 0.056%); Wrap de carne (1540g, 0.033%); Sanduiche natural (1320g, 0.044%); Sanduiche de carne assada (140g, 0.005%); Sanduiche de queijo prato com presunto (450g, 0.011%); Sanduiche de queijo (480g, 0.016%); Pão com presunto (360g, 0.009%); Pão com carne assada (420g, 0.012%); Pão com salame (220g, 0.004%); Sanduiche de atum (300g, 0.01%); Sanduiche de file (140g, 0.007%); Pão com peito de peru (252g, 0.006%); X-bacon (220g, 0.012%); Sanduiche bauru (185g, 0.005%); Wrap frango ou galinha (181.5g, 0.005%); Sanduiche de presunto (180g, 0.004%); Sanduiche de mortadela (180g, 0.004%); Pão com rosbife (140g, 0.007%); Americano (135g, 0.003%); Cachorro quente completo (125g, 0%); Sanduiche de queijo minas (120g, 0.004%); Sanduiche de queijo prato (90g, 0.003%); Sanduiche de peito de peru (84g, 0.005%); Queijo quente (25g, 0.001%); .
Suplementos	Complemento alimentar de qualquer sabor (648g, 0.012%); Suplemento proteico e outros (360g, 0.011%); Concentrado alimentar diet shake (116.8g, 0.005%); Diet shake (43.8g, 0.003%); Sustagem (30g, 0%); Vitaminas, minerais e outros (30g, 0.001%).

Molhos e condimentos	Ketchup (1022.05g, 0.026%); Molho de tomate (180g, 0.004%); Mostarda molho (204.95g, 0.006%); Shoyo (94.4g, 0.003%); Canela (22g, 0%); Sal (1g, 0%).
Preparações mistas	Mexido (135g, 0.002%).

ANEXO G – Relação da fração correspondente a cada subgrupo no total de alimentos consumidos ponderado para a população de Brasília

Grupo de alimentos	Subgrupo de alimentos	Consumo		
		t	%	% Grupo
Bebidas	Refrescos/sucos industrializados	23.933	0.551	1.816
Bebidas	Destiladas	3.045	0.070	0.231
Bebidas	Cerveja	72.042	1.659	5.465
Bebidas	Vinho	5.590	0.129	0.424
Bebidas	Sucos	373.316	8.597	28.321
Bebidas	Refrigerantes	194.977	4.490	14.791
Bebidas	Refrescos/sucos industrializados diet/light	0.000	0.000	0.000
Bebidas	Refrigerantes diet/light	0.789	0.018	0.060
Bebidas	Bebidas lácteas	59.112	1.361	4.484
Bebidas	Bebidas à base de soja	1.321	0.030	0.100
Bebidas	Café	495.542	11.411	37.593
Bebidas	Chá	71.548	1.648	5.428
Bebidas	Outras bebidas não-alcoólicas	16.952	0.390	1.286
Carnes	Carne bovina	178.206	4.104	36.239
Carnes	Preparações à base de carne bovina	18.745	0.432	3.812
Carnes	Carne suína	51.742	1.192	10.522
Carnes	Aves	152.721	3.517	31.057
Carnes	Preparações à base de aves	24.804	0.571	5.044
Carnes	Peixes frescos	27.288	0.628	5.549
Carnes	Peixes em conserva	1.518	0.035	0.309
Carnes	Peixes salgados	3.734	0.086	0.759
Carnes	Outros pescados	0.000	0.000	0.000
Carnes	Preparações à base de pescados	3.399	0.078	0.691
Carnes	Carnes salgadas	12.932	0.298	2.630
Carnes	Outros tipos de carne	0.000	0.000	0.000
Carnes	Linguiça	8.032	0.185	1.633
Carnes	Salsicha	0.219	0.005	0.045
Carnes	Mortadela	1.041	0.024	0.212
Carnes	Presunto	1.008	0.023	0.205
Carnes	Outros frios e embutidos	1.785	0.041	0.363
Carnes	Vísceras	4.575	0.105	0.930
Cereais	Arroz	417.973	9.625	84.104
Cereais	Arroz integral	28.179	0.649	5.670
Cereais	Preparações à base de arroz	7.548	0.174	1.519
Cereais	Milho e preparações à base de milho	43.271	0.996	8.707
Cereais	Outros cereais	0.000	0.000	0.000
Doces	Chocolates	5.634	0.130	4.816

Doces	Achocolatados	1.732	0.040	1.481
Doces	Doces à base de leite	13.950	0.321	11.925
Doces	Doces à base de amendoim	0.449	0.010	0.384
Doces	Doces à base de fruta	1.529	0.035	1.307
Doces	Sorvete/picolé	8.335	0.192	7.125
Doces	Mel/rapadura e açúcar de mesa	71.869	1.655	61.432
Doces	Adoçantes	0.453	0.010	0.387
Doces	Outros doces	11.821	0.272	10.104
Doces	Doces diet/light	1.217	0.028	1.040
Farinhas e massas	Massas	13.417	0.309	8.365
Farinhas e massas	Farinha de mandioca	27.584	0.635	17.197
Farinhas e massas	Farofa	7.326	0.169	4.567
Farinhas e massas	Cereais Matinais	5.207	0.120	3.246
Farinhas e massas	Macarrão instantâneo	23.217	0.535	14.475
Farinhas e massas	Macarrão e preparações à base de macarrão	83.648	1.926	52.150
Frutas	Abacaxi	2.166	0.050	0.749
Frutas	Açaí	20.138	0.464	6.966
Frutas	Banana	71.342	1.643	24.679
Frutas	Laranja	54.794	1.262	18.955
Frutas	Maçã	33.859	0.780	11.713
Frutas	Mamão	30.146	0.694	10.428
Frutas	Manga	12.621	0.291	4.366
Frutas	Melancia	7.996	0.184	2.766
Frutas	Tangerina	10.794	0.249	3.734
Frutas	Uva	3.193	0.074	1.104
Frutas	Frutas secas	1.182	0.027	0.409
Frutas	Outras frutas	40.848	0.941	14.130
Laticínios	Leite integral	56.975	1.312	25.921
Laticínios	Leite desnatado	28.103	0.647	12.786
Laticínios	Preparações à base de leite	21.276	0.490	9.680
Laticínios	Vitaminas	50.121	1.154	22.802
Laticínios	Queijos	17.940	0.413	8.162
Laticínios	Iogurtes	29.377	0.677	13.365
Laticínios	Outros laticínios	14.077	0.324	6.404
Laticínios	Laticínios diet/light	1.934	0.045	0.880
Legumes	Abóbora	9.990	0.230	17.823
Legumes	Cenoura	2.294	0.053	4.093
Legumes	Chuchu	2.788	0.064	4.973
Legumes	Pepino	0.911	0.021	1.625
Legumes	Tomate	17.157	0.395	30.611
Legumes	Outros legumes	22.910	0.528	40.875
Leguminosas	Feijão	399.641	9.203	88.584
Leguminosas	Feijão verde/corda	11.258	0.259	2.495
Leguminosas	Preparações à base de feijão	38.391	0.884	8.510
Leguminosas	Substituto da carne	0.497	0.011	0.110
Leguminosas	Outras leguminosas	1.358	0.031	0.301
Molhos e condimentos	Molhos e condimentos	3.089	0.071	100.000

Oleaginosas (castanhas, nozes, amendoins)	Oleaginosas	4.741	0.109	100.000
Óleos e gorduras	Óleos e gorduras	32.958	0.759	100.000
Óleos e gorduras	Óleos e gorduras light	0.000	0.000	0.000
Ovos	Ovos	50.569	1.165	93.889
Ovos	Preparações à base de ovos	3.291	0.076	6.111
Panificados	Pão de sal	109.064	2.512	52.627
Panificados	Pão integral	10.924	0.252	5.271
Panificados	Doces panificados	7.906	0.182	3.815
Panificados	Bolos	34.638	0.798	16.714
Panificados	Bolos recheados	1.261	0.029	0.608
Panificados	Biscoito doce	14.682	0.338	7.084
Panificados	Biscoito salgado	19.346	0.446	9.335
Panificados	Biscoito recheado	4.968	0.114	2.397
Panificados	Salgadinhos chips	2.414	0.056	1.165
Panificados	Pães, bolos e biscoitos diet/light	2.037	0.047	0.983
Pizzas, salgados e sanduíches	Pizzas	25.709	0.592	18.105
Pizzas, salgados e sanduíches	Salgados fritos e assados	48.181	1.110	33.931
Pizzas, salgados e sanduíches	Sanduíches	60.329	1.389	42.485
Pizzas, salgados e sanduíches	Tortas salgadas	7.780	0.179	5.479
Preparações mistas	Preparações mistas	5.790	0.133	100.000
Raízes e tubérculos	Batata doce	27.940	0.643	27.546
Raízes e tubérculos	Batata inglesa	44.268	1.019	43.645
Raízes e tubérculos	Mandioca	26.521	0.611	26.147
Raízes e tubérculos	Outros tubérculos	2.700	0.062	2.662
Sopas e caldos	Sopas e caldos	84.984	1.957	100.000
Suplementos	Suplementos	3.030	0.070	100.000
Verduras	Alface	1.774	0.041	1.722
Verduras	Couve	3.216	0.074	3.122
Verduras	Repolho	2.356	0.054	2.287
Verduras	Salada crua	75.015	1.727	72.826
Verduras	Outras verduras	20.644	0.475	20.042

ANEXO H – Ferramentas estatísticas para análise de resultados

- **Correlação entre variáveis**

Quando deseja-se estudar a dependência entre duas variáveis, pode-se utilizar a covariância. Covariância é uma medida de dependência entre duas variáveis aleatórias e, dadas duas variáveis aleatórias X e Y é definida de acordo com a equação 0.1 (HÄRDLE; SIMAR, 2015).

$$\sigma_{XY} = Cov(X, Y) = E(XY) - E(X)E(Y) \quad 0.1$$

Caso as variáveis analisadas sejam independentes, o valor de Cov(X,Y) é necessariamente igual a zero. Além disso, a covariância de uma variável X em relação a ela mesma é a sua variância (Cov(X,X)=Var(X)). Este parâmetro fornece uma boa estimativa de dependência linear entre duas variáveis. Entretanto, pode falhar na medida de dependência não linear, fornecendo valores de Cov(X,Y) iguais a zero mesmo com dependência não-linear.

Outro aspecto importante com relação à covariância é que este parâmetro é dependente da escala das variáveis. Por exemplo, quando comparadas a dependência entre a variável quantidade de tomate vendido por um comerciante e preço do tomate em reais, o resultado da covariância Cov(tomates vendidos, preço do tomate em R\$) é igual a x. Caso se converta o preço de venda de reais para uma outra moeda, como o dólar estadunidense, o valor da Cov(tomates vendidos, preço do tomate em US\$) passa a ser y. Neste caso, como a covariância é um parâmetro dependente de escala, x e y podem ser diferentes (HÄRDLE; SIMAR, 2015).

Neste contexto, uma outra medida de dependência entre variáveis livre de escala é a correlação. Dadas duas variáveis X e Y, a correlação entre elas é calculada conforme a equação 0.2 (WASSERMAN, 2004)

$$r_{XY} = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}} \quad 0.2$$

Considerando dois vetores $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ e $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$, é dita matriz de correlação a matriz r_{XY} formada pelos coeficientes de correlação entre as entradas dos dois vetores X e Y.

$$r_{XY} = \begin{pmatrix} r_{x_1, y_1} & \cdots & r_{x_1, y_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{x_n, y_1} & \cdots & r_{x_n, y_n} \end{pmatrix}$$

- **Comparação entre médias**

Frequentemente, estudos necessitam comparar parâmetros de diferentes populações. Pode-se desejar comparar os rendimentos médios das safras de milho para duas variedades diferentes de milho, a renda média anual de dois grupos étnicos, os teores médios de nitrogênio de dois lagos diferentes ou os períodos médios de tempo entre a administração e resposta para dois medicamentos. Em muitas situações de amostragem, a seleção de amostras aleatórias independentes de duas populações é feita para comparar os parâmetros das populações. As estatísticas usadas para fazer essas inferências são, em muitos casos, as diferenças entre as estatísticas de amostra correspondentes (OTT; LONGNECKER, 2016).

Para analisar parâmetros populacionais, é frequente a aplicação de testes de hipóteses, isto é, testar se certa afirmação acerca de um parâmetro populacional, como uma média populacional ou uma proporção populacional é verdadeira (OGLIARI; ANDRADE, 2005).

Dentre os testes de hipótese mais utilizados, destaca-se o teste de duas médias populacionais, em especial quando a variância populacional é desconhecida. Este teste é realizado a partir da suposição de que as amostras selecionadas retratam populações de interesse com distribuição normal. O objetivo do teste é decidir se duas médias de duas diferentes populações são iguais. De forma geral, são testadas hipóteses em relação ao valor da diferença entre duas médias populacionais. Mas, na prática, o interesse do teste é que o valor da diferença entre as médias seja zero (WASSERMAN, 2004).

Assim, definem-se as hipóteses do teste como (i) Hipótese nula: H_0 : as médias populacionais (μ_1 e μ_2) são iguais e (ii) Hipótese alternativa: H_1 são diferentes, podendo ser $\mu_1 = \mu_2$ (teste bilateral), $\mu_1 < \mu_2$ (teste unilateral à esquerda) ou $\mu_1 > \mu_2$ (teste unilateral à direita).

A comparação entre duas médias populacionais segundo informações de amostras independentes pode ser feita em duas situações, sendo a primeira quando as variâncias são desconhecidas, mas podem ser consideradas iguais, ou seja, quando a sua ordem de grandeza não é muito discrepante. No segundo caso, as variâncias são desconhecidas, mas supostas iguais (OGLIARI; ANDRADE, 2005).

Para ambos os casos anteriores, deve-se verificar se as variâncias são diferentes, de modo a determinar qual a forma de cálculo da estatística do teste de comparação entre as médias. Caso as variâncias sejam consideradas iguais, deve ser utilizada a equação 0.4. Caso contrário, usa-se a equação 0.5. A comparação entre as variâncias é realizada através do teste F, de acordo com a equação 0.3.

$$F_{teste} = \frac{s_1^2}{s_2^2} \quad 0.3$$

As variâncias s_1^2 e s_2^2 são calculadas de acordo com n_1 e n_2 dados das amostras, respectivamente e diz-se que a s_1^2 estão associados n_1-1 graus de liberdade e a s_2^2 n_2-1 graus de liberdade. Rejeita-se a hipótese de igualdade entre as variâncias caso $F_{teste} > F(n_1-1, n_2-1, \alpha)$, sendo α o nível de significância do teste.

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}} \quad 0.4$$

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad 0.5$$

Para ambas as equações 0.4 e 0.5, rejeita-se a hipótese de igualdade entre as médias caso $t_{teste} > t(g, \alpha)$, sendo α o nível de significância do teste e g os graus de liberdade, iguais a n_1+n_2-2 para a o caso de utilizar aa equação 0.4 e calculado por meio da equação 0.6, se as variâncias foram consideradas diferentes.

$$g = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} \right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} \right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2} \right)^2}{n_2 - 1}} \quad 0.6$$

Porém, caso seja necessário comparar mais de dois grupos, a aplicação do teste t descrito acima passa a não ser adequada. Uma desvantagem óbvia desse procedimento de teste é que ele é tedioso e demorado. No entanto, uma desvantagem mais importante e menos aparente de executar múltiplos testes t para comparar as médias é que a probabilidade de rejeitar

falsamente pelo menos uma das hipóteses aumenta à medida que o número de testes t aumenta. Assim, embora possamos ter a probabilidade de rejeitar a hipótese nula, dada que esta é verdadeira (Erro Tipo I) fixada em $\pm 0,05$ para cada teste individual, a probabilidade de rejeitar falsamente pelo menos um desses testes é maior do que 0,05. Em outras palavras, a probabilidade combinada de um erro Tipo I para um conjunto de 10 hipóteses, por exemplo, seria muito maior do que o valor 0,05 definido para cada teste individual. Na verdade, pode ser provado que a probabilidade combinada pode ser tão grande quanto 0,40 (OTT; LONGNECKER, 2016).

Para o caso de múltiplas comparações, utiliza-se a Análise de Variância (ANOVA, do inglês *Analysis of Variance*). A ANOVA consiste em uma ampliação do teste t para m diferentes grupos. Na ANOVA, a estatística de teste é calculada através da equação 0.7.

$$F = \frac{s_B^2}{s_W^2} \quad 0.7$$

Onde s_B é a variância amostral entre as m médias amostrais (calculada através da equação 0.8) e s_W é a variância amostral das m amostras (calculada através da equação 0.9).

$$s_B^2 = \frac{\sum_{i=1}^m \left(\bar{y}_i - \left(\frac{\sum_{j=1}^m y_{ij}}{m} \right) \right)^2}{m - 1} \quad 0.8$$

$$s_W^2 = \frac{\sum_{i=1}^m (n_i - 1) s_i^2}{\left(\sum_{i=1}^m n_i \right) - m} \quad 0.9$$

Após a ANOVA ter levado à rejeição da hipótese nula, pode-se proceder com um teste para comparar os pares de médias e verificar quais possuem parâmetros populacionais diferentes entre si. Uma das opções disponíveis é o teste de Tukey, em que a estatística de teste é calculada pela equação 0.10.

$$T_a = q_a(a, f) \sqrt{\frac{s_W^2}{n}} \quad 0.10$$

Onde q_a segue distribuição t de Student, com a tratamentos e f graus de liberdade associados a s_W^2 .

Para todos os testes descritos acima, define-se como p-valor a probabilidade de um valor da distribuição de referência para um dado teste ser maior que o valor da estatística de teste calculada. Caso o p-valor calculado seja menor que o valor do nível de significância definido para o teste, rejeita-se a hipótese nula (WASSERMAN, 2004).