**Universidade de São Paulo
Faculdade de Saúde Pública**

**Evolução da associação entre padrões alimentares
brasileiros e pegada hídrica na primeira década do
século XXI**

Natália Utikava

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação de Nutrição em Saúde Pública da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Nutrição em Saúde Pública

Orientador: Prof. Dr. Wolney Lisbôa Conde

**São Paulo
2016**

Evolução da associação entre padrões alimentares brasileiros e pegada hídrica na primeira década do século XXI

Natália Utikava

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação de Nutrição em Saúde Pública da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Nutrição em Saúde Pública

Orientador: Prof. Dr. Wolney Lisboa Conde

Versão original

**São Paulo
2016**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na sua forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

AGRADECIMENTOS

Agradecer significa manifestar gratidão. Diz-se que a gratidão “tem um caráter de amadurecimento psicológico”, uma vez que aquele que assim age, aprendeu que tudo o que lhe acontece depende de muitos que o auxiliaram a chegar ao lugar em que se encontra. Posso dizer que o mestrado foi um período de amadurecimento, mas sem a coparticipação das vidas que menciono a seguir, nada teria sido possível. Aqui não existe ordem de importância, pois o tamanho da minha gratidão é o mesmo para todos - imenso.

Deus, o Senhor tem trabalhado em meu caráter diariamente e me devolvido ao Teu caminho, toda vez em que tento seguir sozinha. O Senhor, que sabe de todas as coisas e conhece o meu coração. Nada aqui é meu. Nada aqui me pertence. Os resultados dessa obra são para Ti. Que o Senhor possa abençoá-la e fazer dela o que o considerar justo. Sou grata.

Professor Wolney, uma daquelas pessoas de fala baixa, tranquila, pausada, e com português impecável. Assim também foi sua orientação, de forma equilibrada e segura, confiou na minha disciplina, deu crédito à minha militância e respeitou minhas limitações, sem deixar de me sugerir caminhos, e de alertar quando eu estava indo para direções tortuosas. Das sugestões de análises estatísticas altamente refinadas, às indicações de filmes, peças teatrais e livros, assim foi nosso período de parceria no mestrado, sempre regado a um café expresso forte e sem açúcar. Sou grata.

Mãe, você é peça fundamental aqui. Nunca me disse que eu não seria capaz, nunca me disse nunca, nunca limitou o alcance dos meus sonhos. Ao contrário, sempre me mostrou o quanto sou capaz, sempre confiou na minha dedicação, e estive na primeira fila, em todas as conquistas. Ensinou-me, como excelente mãe coruja, que é no voo que se aprende a voar. Por essa força, por esse amor, e por cada oração em que citou meu nome durante todo esse percurso, sou grata.

Pai, você também. Sempre trabalhando incessantemente. Batalhando para nos propiciar conforto e educação de qualidade. Inspiro-me na sua disciplina que me ensina a persistir, e a não aceitar menos, quando eu posso buscar mais. Cito aqui minhas queridas irmãs, que também participaram desse processo, me ouvindo muitas vezes dizer que eu estava correndo com as coisas do mestrado, e que por isso não conseguiria vê-las. E pelas inúmeras vezes em que elas me perguntaram o nome daquilo que eu estava escrevendo. Júlia e Luiza, minhas amoras, era isso aqui... a “dissertação”, e cá estão vocês. Sou grata.

Aos meus tios e avós que eu tanto amo, e que deram força e suporte nesta longa caminhada acadêmica, desde sempre, sou grata.

Samuel, meu amado e amável esposo. Você que coloca um espelho à minha frente, e me faz lidar com minhas virtudes e fraquezas, de forma às vezes amorosa, às vezes dura, mas sempre verdadeira. Você que me recebeu, acolheu meus cães, acatou meu mestrado. Que por vezes deixou de fazer coisas que gostava ou queria por conta desse meu sonho. A você, querido, sou grata.

Ao Shanti e à Surya, pelos incontáveis dias em que me fizeram companhia, quando eu trabalhava em casa, e pelas pausas para o carinho, tão relaxantes. Sou grata.

À equipe do Lanpop, pela parceria, pelos momentos de estudo e trabalho juntos, pelo apoio em todos os momentos e pelas divertidas conversas nos almoços e cafés, sou grata. Um especial agradecimento para a Ana Elisa, por sua disciplina inspiradora e que tanto me ensinou nos meses iniciais do mestrado; para a Giulia, pela amizade de anos e conversas agradáveis; para a Evellin, por mostrar que é possível conciliar os papéis de mãe, mulher e profissional, sem perder a doçura e força; e para a Jéssica, de tão doce coração quanto fala, essa joia de Deus e amiga. Sou grata.

Ao Fabrício de Campos, diretor da ecosSISTEMAS e parceiro da WWF Brasil, que guiou os meus primeiros passos com o indicador pegada hídrica. Sou grata.

Vinicius, meu amigo bodhisattva. Sempre me mostrando que devo fazer mais e melhor, que devo estudar mais, ler mais, me informar mais. Que me desafia para que eu esteja em busca de maior sabedoria. Que viveu esse período desafiador do mestrado ao mesmo tempo que eu. Sou grata.

À CAPES, que fomentou o desenvolvimento desse projeto, à faculdade de Saúde Pública da USP, a cada professor que contribuiu para minha formação, sou grata. Um agradecimento carinhoso também à professora Ana Maria Cervato Mancuso, que plantou em mim a semente da vida acadêmica ainda durante a graduação, rendendo bons anos de parceria e realização de alguns sonhos. Sou grata.

RESUMO

Utikava, N. **Evolução da associação entre padrões alimentares brasileiros e pegada hídrica na primeira década do século XXI**. 2016. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo (Faculdade de Saúde Pública), São Paulo, 2016.

Introdução: A produção de alimentos é o setor que exerce maior Pegada Hídrica (PH), definida como o volume de água doce usado durante a produção e o consumo de bens e serviços. Os padrões alimentares contemporâneos vêm sofrendo mudanças em função das transições demográfica, epidemiológica e nutricional. Além disso, a primeira década do século XXI no Brasil foi marcada por políticas de proteção social que culminaram em redução da pobreza e da desigualdade. É necessário compreender como essas transformações repercutiram na demanda de água necessária para sustentar os novos padrões alimentares da população brasileira.

Objetivo: Analisar a evolução da associação entre os padrões alimentares (PA) brasileiros e a PH associada à produção dos alimentos adquiridos nos domicílios brasileiros entre os anos 2003 e 2009. **Métodos:** Estudo transversal com dados de aquisição domiciliar de alimentos, disponibilizados pela Pesquisa de Orçamentos Familiares nos anos de 2002-2003 e 2008-2009. Os alimentos adquiridos foram compatibilizados com dados de PH de produtos. A PH média *per capita* foi descrita segundo grupos de alimentos, macrorregião, área e quintos de renda *per capita*. Os PA foram estimados para os setores censitários por análise de componentes principais. As variações observadas entre os dois anos do inquérito foram testadas com o teste t de *Student* para médias independentes, com nível de significância de 5%. Os efeitos dos padrões alimentares sobre a PH e seus componentes foram estimados por regressão linear multivariada. **Resultados:** A PH média associada à produção dos alimentos adquiridos nos domicílios brasileiros foi de 2.650 m³ por ano *per capita* (EP $\pm$ 37,3 m³ por ano *per capita*), em 2003 e 2.446 m³ por ano *per capita* (EP $\pm$ 37,3 m³ por ano *per capita*) em 2009. Cerca de 91,4% desses valores corresponderam ao componente verde, 4,7% ao azul e 3,9% ao cinza. Todas as regiões apresentaram redução da PH *per capita* em 2009, mas revelaram-se significativas apenas nas regiões NE e SE. Observou-se tendência linear de aumento da PH conforme incremento da renda. Foram identificados 6 PA, diferenciados quanto ao tipo de fonte proteica, sendo o PA1 predominante em carnes vermelhas e processadas, o PA2 em leite e ovos, o PA3 em peixes e oleaginosas, o PA4 em cereais e leguminosas, o PA5 em peixes e produtos processados, e o PA6 em peixes, análogos proteicos à base de soja e outras fontes vegetais de proteínas. Os padrões PA1 e PA6 apresentaram tendência de aumento em 2009, mas o PA1 apresentou impacto três vezes superior à PH que o PA6. O PA6 foi apontado como um padrão mais sustentável, em consonância com as recomendações da literatura e dos guias alimentares contemporâneos. **Conclusões:** As transformações socioeconômicas na primeira década do século XXI refletiram em mudanças nos padrões alimentares da população, que impactaram a PH. Sugere-se a necessidade de intervenções que considerem tanto as variantes socioeconômicas, como o consumo alimentar adequado, saudável e sustentável.

Descritores: Padrões alimentares; pegada hídrica; produção de alimentos; segurança alimentar e nutricional; sustentabilidade.

ABSTRACT

Utikava, N. [Evolution of the association between Brazilian dietary patterns and the water footprint in the first decade of XXI century]. 2016. Dissertation – University of São Paulo (School of Public Health), São Paulo, 2016. Portuguese.

Introduction: Food production is the sector that exerts the major Water Footprint (WF), defined as the volume of freshwater resources used for production and consumption of goods and services. Contemporary eating patterns have changed in face of demographic, epidemiological, and nutritional transitions. In addition, in Brazil, the first decade of XXI century was marked by social protection policies that culminated in poverty reduction and inequality attenuation. It is necessary to understand how these changes may have affected the water demand required to sustain the new dietary patterns of the population. **Aim:** To examine the association between Brazilian dietary patterns (DP) and the WF associated to the production of the food products purchased in Brazilian households between 2003 and 2009. **Methods:** Cross-sectional study with household food purchase data provided by the Household Budget Surveys for the years 2002-2003 and 2008-2009. The purchased foods were matched with WF data. The average *per capita* WF was described into food groups, macro-region, area and level of income. The DP were estimated for the censitary sectors by principal component analysis. The differences observed between the two surveys were tested with the *t Student* test for independent means, with a significance level of 0.05. The effects of dietary patterns on WF and components were estimated by multivariate linear regression. **Results:** The average water footprint, associated with the production of foods purchased in Brazilian households, was 2,650 m³ per year *per capita* (EP ± 37.3 m³ per year *per capita*) in 2003 and 2,446 m³ per year *per capita* (EP ± 37.3 m³ per year *per capita*) in 2009. Approximately 91.4% of these values corresponded to the green component, 4.7% to the blue component and 3.9% to the gray component. All regions showed a reduction in WF in 2009, but this was significant only in the Northeast and Southeast regions. It was observed a positive linear trend between WF and income. Six DP were identified and characterized by the type of protein source: DP1 by red and processed meat, DP2 by milk and eggs, DP3 by fish and oilseeds, DP4 by cereals and legumes, DP5 by fish and processed foods and DP6 by fish, soy-based meat analogues and other vegetable sources of protein. The DP1 and DP6 patterns showed an upward trend in 2009, but the impact of PA1 on WF was three times higher than of PA6. The PA6 was suggested as a more sustainable pattern, in agreement with the literature and with the contemporary food guides recommendations. **Conclusions:** Socioeconomic changes in the first decade of this century reflected in modifications concerning the dietary patterns of the population, which affected the WF. Interventions that consider both the socioeconomic variants and healthy and sustainable food consumption are necessary.

Keywords: Food patterns; water footprint; food production; food and nutrition security; sustainability.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Pegada hídrica média (m^3 por ano <i>per capita</i>) da aquisição domiciliar de alimentos das Pesquisas de Orçamentos Familiares de 2002-2003 e 2008-2009, segundo macrorregião e quintos de renda da área urbana	50
Tabela 2 -	Variação da PH <i>per capita</i> anual média por grupo alimentar adquirido nos domicílios das Pesquisas de Orçamentos Familiares entre os anos de 2002-2003 e 2008-2009, segundo macrorregião	52
Tabela 3 -	Padrões alimentares da população brasileira gerados por análise de principais componentes a partir de dados de aquisição domiciliar de alimentos das Pesquisas de Orçamentos Familiares de 2002-2003 e 2008-2009	60
Tabela 4 -	Escore médio para os padrões alimentares gerados a partir de dados de aquisição domiciliar de alimentos das Pesquisas de Orçamentos Familiares de 2002-2003 e 2008-2009, segundo região e quintos de renda, da área urbana	63
Tabela 5 -	Escore médio para os padrões alimentares gerados a partir de dados de aquisição domiciliar de alimentos das Pesquisas de Orçamentos Familiares de 2002-2003 e 2008-2009, segundo região e quintos de renda, da área rural	64
Tabela 6 -	Efeito bruto e ajustado de 6 padrões alimentares brasileiros sobre a pegada hídrica <i>per capita</i> anual média e seus componentes (m^3), segundo ano de inquérito. Pesquisas de orçamentos familiares, 2002-2003 e 2008-2009	66

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Variáveis das POFs utilizadas no estudo	36
Quadro 2 -	Imputação por <i>Predictive Mean Matching</i> de dados faltantes nas Pesquisas de Orçamentos Familiares	38
Quadro 3 -	Grupos alimentares finais estabelecidos após compatibilização dos itens alimentares com os respectivos valores de pegada hídrica	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Ecosistemas sustentam sociedades que criam economias	15
Figura 2 -	Composição do indicador pegada hídrica	20
Figura 3 -	Pegada hídrica média global da produção de alimentos entre 1996-2005 (em m ³ de água por tonelada de alimento)	25
Figura 4 -	Estratificação das Pesquisas de Orçamentos Familiares de 2002-2003 e 2008-2009	34
Figura 5 -	Delineamento amostral das POFs de 2002-2003 e 2008-2009 e respectivas amostras utilizadas no presente estudo	35
Figura 6 -	Síntese do fluxo analítico do estudo	47
Figura 7 -	Valores médios de pegada hídrica <i>per capita</i> total e componentes (m ³), associados à produção dos alimentos adquiridos nos domicílios brasileiros nos anos de 2002-2003 e 2008-2009	48
Figura 8 -	Valores médios de pegada hídrica <i>per capita</i> (m ³) associados à produção dos alimentos adquiridos nos domicílios brasileiros em 2002-2003 e 2008-2009	51
Figura 9 -	Contribuição relativa dos grupos de alimentos na pegada hídrica <i>per capita</i> anual média da região Norte, segundo quintos de renda e ano de inquérito	54
Figura 10 -	Contribuição relativa dos grupos de alimentos na pegada hídrica <i>per capita</i> anual média da região Nordeste, segundo quintos de renda e ano de inquérito	55
Figura 11 -	Contribuição relativa dos grupos de alimentos na pegada hídrica <i>per capita</i> anual média da região Sudeste, segundo quintos de renda e ano de inquérito	56
Figura 12 -	Contribuição relativa dos grupos de alimentos na pegada hídrica <i>per capita</i> anual média da região Sul, segundo quintos de renda e ano de inquérito	57
Figura 13 -	Contribuição relativa dos grupos de alimentos na pegada hídrica <i>per capita</i> anual média da região Centro-Oeste, segundo quintos de renda e ano de inquérito	58

SIGLAS UTILIZADAS

APC	Análise de principais componentes
CO ₂ eq	Equivalentes de dióxido de carbono
Consea	Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional
CSAs	Comunidades que Sustentam a Agricultura
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung / German Nutrition Society
DHC	Demanda hídrica da cultura
EBIA	Escala Brasileira de Segurança Alimentar
FAO	Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação
HS	Harmonized Commodity Description and Coding System
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
Ipea	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
GEE	Gases de efeito estufa
GFN	Global Footprint Network
GPI	Índice de Progresso Genuíno
KMO	Kaiser-Meyer-Olkin
MESA	Ministério Extraordinário de Segurança Alimentar e Combate à Fome
ONU	Organização das Nações Unidas
PAIS	Produção Agroecológica Integrada e Sustentável
PBF	Programa Bolsa-Família
PH	Pegada Hídrica
PAA	Programa de Aquisição de Alimentos
PIB	Produto Interno Bruto
PMM	Predictive Mean Matching
PNAE	Programa Nacional de Alimentação Escolar
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
POF	Pesquisa de Orçamentos Familiares
PTCR	Programas de transferência condicionada de renda
SAN	Segurança Alimentar e Nutricional
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
UF	Unidade da Federação
UNEP	United Nations Environment Programme
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
USDA	Departamento de Agricultura dos Estados Unidos
WFN	Water Footprint Network
WMO	Organização Meteorológica Mundial
WWF	World Wildlife Fund
ZSL	Zoological Society of London

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE	14
1.2 PEGADA HÍDRICA: CONCEITO, CÁLCULO, APLICAÇÃO E LIMITAÇÕES ..	17
1.2.1 Cálculos	20
1.2.2 Aplicações	22
1.2.3 Limitações.....	23
1.3 PEGADA HÍDRICA E ALIMENTAÇÃO	25
2 OBJETIVOS.....	32
2.1 GERAL.....	32
2.2 ESPECÍFICOS	32
3 MÉTODOS	33
3.1 FONTE DOS DADOS	33
3.2 DELINEAMENTO DO ESTUDO.....	33
3.3 VARIÁVEIS	36
3.3.1 Despesas com alimentos.....	37
3.4 PEGADA HÍDRICA	39
3.4.1 Valores extraídos da WaterStat	39
3.4.2 Valores extraídos de outras referências	40
3.5 COMPATIBILIZAÇÃO DOS DADOS.....	41
3.6 ANÁLISE DOS DADOS	43
3.6.1 Análise descritiva	43
3.6.2 Análise de principais componentes.....	43
3.6.3 Predição dos efeitos dos padrões alimentares na pegada hídrica.....	46
3.7 ASPECTOS ÉTICOS	46
4 RESULTADOS.....	48
4.1 PEGADA HÍDRICA SEGUNDO VARIÁVEIS SOCIODEMOGRÁFICAS	48
4.2 CONTRIBUIÇÕES DOS GRUPOS DE ALIMENTOS À PEGADA HÍDRICA ...	52
4.3 PADRÕES ALIMENTARES	59
4.4 DISTRIBUIÇÃO DOS PADRÕES ALIMENTARES SEGUNDO VARIÁVEIS SOCIODEMOGRÁFICAS	61
4.5 EFEITO DOS PADRÕES ALIMENTARES SOBRE A PEGADA HÍDRICA	65

5 DISCUSSÃO	67
5.1 PONDERANDO COMPARAÇÕES DOS RESULTADOS DE PEGADA HÍDRICA	68
5.2 REFLEXÕES ACERCA DA SUSTENTABILIDADE DA PEGADA HÍDRICA NACIONAL.....	71
5.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A REDUÇÃO DA POBREZA E SEUS EFEITOS NA PEGADA HÍDRICA	73
5.4 EFEITOS DO COMPORTAMENTO ALIMENTAR SOBRE A PEGADA HÍDRICA	78
5.5 REPERCUSSÕES DE UM PAÍS PECUARISTA SOBRE O AMBIENTE, A SAÚDE E A SOCIEDADE	83
5.6 PERSPECTIVAS FUTURAS: CONTRIBUIÇÕES DOS ACHADOS PARA NOVOS CENÁRIOS	88
5.7 ANÁLISE DAS LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	98
6 CONCLUSÕES	101
7 REFERÊNCIAS.....	103
ANEXOS	115
Anexo 1 - Valores de pegada hídrica extraídos da base de dados WaterStat, correspondentes ao período de 1996 a 2005.	115
Anexo 2 - Valores médios de pegada hídrica para sementes oleaginosas e castanhas, óleos vegetais e bebidas alcoólicas, extraídos da base de dados WaterStat, correspondentes ao período de 1996 a 2005.....	117
Anexo 3 - Contribuição relativa dos grupos de alimentos na pegada hídrica <i>per</i> <i>capita</i> anual média, segundo quintos de renda, região, área do domicílio e ano de inquérito	118
Anexo 4 - Análise de principais componentes a partir de dados de aquisição domiciliar de alimentos das Pesquisas de Orçamentos Familiares de 2002-2003 e 2008-2009.....	128
Anexo 5 - Distribuição dos escores obtidos para os seis primeiros componentes da análise de principais componentes, segundo ano de inquérito.	131

1 INTRODUÇÃO

Padrões alimentares são definidos como medidas da ingestão habitual da combinação de alimentos por indivíduos ou grupos de indivíduos (TUCKER, 2010). Têm sido empregados em epidemiologia por sua abordagem mais abrangente na investigação de comportamentos, uma vez que as pessoas não comem, de forma isolada, alimentos ou nutrientes. Dessa maneira, tendem a expressar melhor a complexidade envolvida no ato de se alimentar (HU, 2002; OLINTO, 2007).

Ao longo das últimas décadas a estrutura dos padrões alimentares tem sofrido mudanças ao redor do mundo, em um cenário conhecido como “transição nutricional”. Dois processos históricos se associam a essas mudanças. Um deles é a transição demográfica das sociedades pré-industriais, que saltaram de uma condição de elevadas taxas de mortalidade compensadas por altas taxas de natalidade, para sociedades pós-industriais, com índices de mortalidade e natalidade diminuídos (POPKIN; GORDON-LARSEN, 2004). O segundo é a transição epidemiológica, em que os novos estilos de vida urbano-industriais abrem espaço para altas prevalências de doenças crônicas e degenerativas concomitantes ou substitutivas às doenças infecciosas, geralmente associadas à desnutrição e insuficiente saneamento básico (POPKIN; GORDON-LARSEN, 2004). Ambos os processos ocorreram expressivamente após a Revolução Industrial nos países desenvolvidos, mas ainda ocorrem hoje nos países em desenvolvimento.

A transição nutricional reflete esse contexto à medida em que as sociedades vivenciam o crescimento econômico, a urbanização e o fortalecimento da indústria de alimentos. Padrões alimentares cuja base era a combinação de alimentos in natura convergem para padrões mais industrializados, combinando produtos ricos em gorduras, açúcar, sal e com maior participação de alimentos de origem animal (POPKIN; GORDON-LARSEN, 2004).

No Brasil, os efeitos das mudanças nos padrões alimentares à saúde estão associados ao aumento da massa corporal, com um entre sete cidadãos brasileiros classificado como obeso¹ em 2009, e apresentando incremento anual de 4,7% entre

¹ De acordo com a Organização Mundial da Saúde, a classificação de Índice de Massa Corporal (IMC) indica que indivíduos adultos com IMC maior ou igual a 25 kg/m² e menor que 30 kg/m² são considerados em sobrepeso, e com IMC maior ou igual a 30 kg/m² são considerados obesos.

os homens e 2,5% entre as mulheres no período entre 1975 e 2009 (CONDE; MONTEIRO, 2014). Dados da mais recente Pesquisa Nacional de Saúde referentes a 2013, demonstraram que a proporção de indivíduos obesos subiu para 1 a cada 5 cidadãos (IBGE, 2015).

Por outro lado, a prevalência nacional de desnutrição na população adulta totalizou 2,5%, apresentando importante declínio em comparação com dados de 2003 e 2009, levantados pelas Pesquisas de Orçamentos Familiares (POF) (IBGE, 2015). Tendência de queda na desnutrição também foi observada entre as crianças (CONDE; MONTEIRO, 2014).

A literatura revela que o declínio da desnutrição no Brasil apresenta forte associação com a redução da pobreza, como resultado das políticas de redistribuição de renda, que surgiram nos anos 1990, mas se intensificaram com a posse do presidente Luiz Inácio Lula da Silva, em 2003, e o lançamento da estratégia Fome Zero (MONTEIRO *et al.*, 2010a; SANTOS; PASQUIM; SANTOS, 2011).

A dinâmica do processo e os determinantes envolvidos nas transições demográfica, epidemiológica e nutricional requerem a inclusão de novos fatores no painel analítico das transformações sociais e econômicas observadas no Brasil nas últimas décadas. Esses avanços socioeconômicos, de extrema importância para o desenvolvimento do país, trazem novos desafios, não apenas em relação à saúde da população, mas também no que diz respeito às pressões das mudanças nos padrões de consumo sobre o meio ambiente. Questiona-se, ainda, se tais mudanças foram compensadas por avanços tecnológicos e mais eficiência na gestão dos recursos naturais (FREITAS, 2014).

O fenômeno exposto tem se repetido em diversas partes do mundo. Em resposta, inúmeras evidências alertam para a crescente degradação ambiental e perda da biodiversidade, associadas às atuais práticas insustentáveis de produção e comercialização de alimentos (JOHNSTON; FANZO; COGILL, 2014; MARLOW *et al.*, 2009; SABATÉ; HARWATT; SORET, 2016).

Os sistemas alimentares contemporâneos operam baseados em monoculturas, fornecendo matérias primas para a produção de alimentos ultraprocessados² ou para

² Alimentos ultraprocessados são essencialmente formulações da indústria, produzidos a partir de ingredientes alimentícios, em maior parte ou totalmente, e contendo pouco ou nenhum alimento integral (MARTINS *et al.*, 2013). Maiores informações quanto a essa classificação podem ser encontradas em Monteiro *et al.* (2010b)

rações usadas na criação intensiva de animais. Esses sistemas dependem de grandes extensões de terra, do uso intenso de mecanização, do alto consumo de energia, combustíveis e água, do emprego de fertilizantes químicos, sementes transgênicas, agrotóxicos, antibióticos e, ainda, do transporte por longas distâncias. Grandes redes de distribuição, com forte poder de negociação de preços, ainda complementam esse cenário, intermediando as relações entre fornecedores e consumidores, e favorecendo o enfraquecimento da economia local (BRASIL, 2014a).

Face a esse cenário, a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) promoveu um encontro de especialistas em novembro de 2010, sediado em Roma, direcionando a atenção dos principais líderes de governo para o desenvolvimento sustentável, em todos os seus aspectos, incluindo, o que diz respeito aos padrões alimentares praticados por suas populações. Nesse encontro foi estabelecido o conceito de “dietas sustentáveis”.

Dietas sustentáveis são aquelas com baixos impactos ambientais, que contribuem para a segurança alimentar e nutricional e à vida saudável das gerações atuais e futuras. Dietas sustentáveis protegem e respeitam a biodiversidade e os ecossistemas, são culturalmente aceitas, além de economicamente acessíveis e justas, adequadas do ponto de vista nutricional, seguras e saudáveis, otimizando recursos naturais e humanos (Tradução livre, FAO, 2012, p. 7).

Daí a importância de que guias alimentares e recomendações sobre alimentação levem em conta o impacto das formas de produção e distribuição dos alimentos sobre a justiça social e integridade do meio ambiente, como é o caso da mais recente versão do Guia Alimentar para a População Brasileira (BRASIL, 2014a, p. 19).

Outros exemplos de guias alimentares que propõem recomendações para dietas mais sustentáveis são a pirâmide dupla do *Barilla Center for Food & Nutrition* (Itália) e o projeto *LiveWell for Low Impact Food in Europe (LiveWell for LIFE)* (Europa). Outras nações vêm revisando suas recomendações nutricionais para incorporar tais questões, enfrentando os desafios em conciliar saúde e meio ambiente, com as pressões do agronegócio e das indústrias de alimentos.

Em paralelo, emerge a necessidade de se desenvolver e utilizar métricas e mecanismos de mensuração suficientemente sensíveis, de tal forma que governos, empresas, produtores e consumidores possam compreender e monitorar como

padrões alimentares mais sustentáveis podem, concomitantemente, melhorar a saúde da população e preservar os recursos e o meio ambiente (JOHNSTON; FANZO; COGILL, 2014).

O presente trabalho utilizará algumas dessas métricas na construção de um diagnóstico da sustentabilidade dos padrões alimentares brasileiros, sobretudo no que diz respeito ao consumo da água. Nesse sentido, as seções seguintes discutirão o papel dos indicadores de sustentabilidade e o uso da pegada hídrica enquanto um marcador da relação entre alimentação e meio ambiente.

1.1 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

O termo sustentabilidade é derivado do conceito de desenvolvimento sustentável, que o Relatório Brundtland define como o potencial de “atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades” (1991).

Conforme destaca Veiga (2010a, p. 11), até o final dos anos 1970 o termo sustentabilidade era usado para determinar a possibilidade de um ecossistema não perder sua resiliência, isto é, sua capacidade em absorver tensões ambientais sem, perceptivelmente, mudar seu estado ecológico para um estado diferente.

Hoje se sabe que, mais do que isso, o debate em torno do tema deve considerar reflexões tanto no âmbito da ecologia, como da economia (VEIGA, 2010a, p. 17). Os conceitos sustentabilidade e desenvolvimento sustentável passaram a incorporar, portanto, questões relacionadas à forma de exploração dos recursos, a orientação dos investimentos e os rumos do desenvolvimento tecnológico.

A figura 1 ilustra esse raciocínio, destacando que os ecossistemas sustentam as sociedades, e as sociedades criam economias, exclusivamente neste sentido (WWF, 2014, p. 8).

Figura 1 – Ecossistemas sustentam sociedades que criam economias

Fonte: Adaptado de WWF (2014)³.

Nessa direção, demandam-se sinais que possam orientar a sociedade sobre os rumos a serem desenhados, em termos de políticas públicas e de padrões de consumo e produção associados (MALHEIROS *et al.*, 2012a, p. 7). Daí a importância em se desenvolver e utilizar indicadores que possam ser usados como ferramenta de mobilização das partes interessadas na análise e avaliação da sustentabilidade do desenvolvimento, bem como nos processos de educação e comunicação.

Segundo Meadows (1998, p. 12), os governos utilizam diversos indicadores ambientais e econômicos. Contudo, o que transforma esses indicadores em indicadores de sustentabilidade é a inclusão das variáveis tempo, limites e metas.

Um indicador de sustentabilidade bastante conhecido é a pegada ecológica, concebida em 1990 por Mathis Wackernagel e William Rees, da *University of British Columbia* (Canadá). Esse indicador contabiliza os fluxos de matéria e energia que entram e saem de um sistema econômico e converte esses fluxos em área correspondente de terra existente na natureza para sustentar esse sistema indefinidamente (MALHEIROS; PHILIPPI JR; COUTINHO, 2012b).

A cada dois anos, a instituição *World Wildlife Fund for Nature* (WWF) publica o relatório *Living Planet Report*, em parceria com a *Global Footprint Network* (GFN), a *Water Footprint Network* (WFN) e a *Zoological Society of London* (ZSL), analisando as mudanças na biodiversidade global e no consumo humano. A pegada ecológica é um dos indicadores de sustentabilidade examinados nesse relatório, e de acordo com sua última edição, em 2014, a pegada ecológica global atual é de 2,6 hectares globais

³ Extraída e traduzida do relatório *Living Planet Report* 2014 (WWF, 2014, p.8).

de terra, enquanto a biocapacidade do planeta consegue sustentar apenas 1,7 hectares globais. Isso significa que seriam necessários 1,5 planetas Terra para produzir os recursos necessários para sustentar nossa pegada ecológica atual (WWF, 2014).

Outros indicadores de sustentabilidade vêm utilizando o conceito de “pegada” para contabilizar os impactos das pressões antrópicas sobre o meio ambiente, como a pegada de carbono, que quantifica as emissões gases de efeito estufa (GEE) geradas na produção ou consumo de algum bem ou serviço, e a pegada hídrica, que indica o volume de água apropriado pelas atividades humanas (HOEKSTRA; CHAPAGAIN, 2007). Esta última terá abordagem aprofundada na próxima seção.

Alguns autores questionam o uso da família das pegadas como indicadores de sustentabilidade, devido a algumas limitações de uso (BLOMQVIST *et al.*, 2013; FIALA, 2008; LAURENT; OLSEN; HAUSCHILD, 2012; WICHELNS, 2015; WIEDMANN; BARRETT, 2010). Entretanto, conforme destaca Martins (2014, p. 153), a utilização deste tipo de indicador pode ser um caminho inovador de sensibilização sobre os impactos dos atuais padrões de consumo, sobretudo, como uma ferramenta pedagógica. Mais do que isso, quando organizados e analisados em conjunto, como um sistema de indicadores, facilitam a compreensão integrada das diferentes dimensões associadas ao conceito de desenvolvimento sustentável.

Bons indicadores devem contemplar diversos aspectos, tais como representatividade, validade científica, relevância, conformidade temporal, alcance, cobertura, dentre outros, sendo sempre pautados em um modelo conceitual estrutural (MALHEIROS *et al.*, 2012c). Apesar disso, a possibilidade de contemplar todos ao mesmo tempo, é mínima. Raramente um indicador sozinho vai determinar a medida de sustentabilidade de algum processo, já que um conjunto de fatores (econômicos, sociais e ambientais) estão envolvidos (SICHE *et al.*, 2007). Veiga (2010b) ilustra essa afirmação, apontando os problemas da utilização de indicadores essencialmente baseados em aspectos produtivos, para mensurar o desenvolvimento das nações, a exemplo do Produto Interno Bruto, ou até mesmo de sua versão corrigida, o Indicador de Progresso Genuíno (GPI), à medida em que esses indicadores, isoladamente, não consideram o poder de compra real das pessoas ao nível do domicílio. O autor destaca que são necessários um conjunto de indicadores para medir o desenvolvimento, pois apenas o PIB ou o GPI não são capazes de abranger uma gama de questões

associadas à qualidade de vida e à preservação do meio ambiente para as futuras gerações.

Diante dessas questões, ao se utilizar indicadores de sustentabilidade, é de fundamental importância que se tenha claro para que servem, a quem se destinam, por que utilizá-lo, e quais as limitações inerentes ao seu uso.

Evidentemente, o diagnóstico obtido através de indicadores de sustentabilidade não garante a implementação de ações, recursos ou resultados. Contudo, a ausência desse tipo de informação por longos períodos foi exatamente o que conduziu a sociedade ao presente estado de desenvolvimento insustentável (MEADOWS, 1998, p. 76). Nesse contexto, a existência de informações claras sobre algum problema, mensuradas a partir de indicadores, automaticamente já estimula a reflexão, e de certa forma, já produz algum resultado.

Indicadores não garantem resultados. Mas resultados são impossíveis sem indicadores apropriados. E indicadores apropriados, por si só, podem produzir resultados (MEADOWS, 1998, p. xii).⁴

Além disso, os indicadores têm o potencial de agregar e quantificar informações sobre fenômenos complexos, de uma maneira que sua significância se torne mais aparente, melhorando o processo de comunicação das ações que se fizerem necessárias (VAN BELLEN, 2004). Dessa maneira, oferecem subsídios pautados em métricas, que permitem guiar a tomada de decisões, envolvendo diversos setores da sociedade.

1.2 PEGADA HÍDRICA: CONCEITO, CÁLCULO, APLICAÇÃO E LIMITAÇÕES

A água, que já foi reconhecida como recurso natural renovável, hoje é considerada escassa em muitas partes do mundo, até mesmo em países desenvolvidos. O crescimento populacional aumentou a demanda por água para suprir as necessidades da produção de alimentos, da indústria e do próprio consumo

⁴ *“Indicators don’t guarantee results. But results are impossible without proper indicators. And proper indicators, in themselves, can produce results”*

nos domicílios. Essa demanda aumentada ao longo dos anos tem resultado em mudanças no curso dos rios e deteriorado a qualidade dos mananciais (HANJRA; QURESHI, 2010).

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), cerca de um quinto da população mundial vive em áreas expostas à escassez física de água e 1,6 bilhões de pessoas enfrentam hoje a redução do acesso à água (UNITED NATIONS, 2013). Tais questões levaram as Nações Unidas a alertar para o fato de que não será a falta de terras aráveis que comprometerá a segurança alimentar e nutricional no futuro, mas sim a escassez de água (UNDP, 2007).

Nesse contexto, o enfrentamento das questões relacionadas à disponibilidade e ao gerenciamento sustentável dos recursos hídricos passou a integrar um dos 17 novos objetivos do milênio para 2030. O objetivo de número 6 visa “assegurar disponibilidade e o gerenciamento sustentável da água e saneamento para todos”⁵, abrangendo metas que incluem o acesso a água potável e saneamento básico para todos, a redução da poluição das águas, o aumento da eficiência em seu uso, o controle do desperdício por todos os setores, a cooperação internacional e a proteção e recuperação de ecossistemas degradados em relação à água, como florestas, mares, rios, aquíferos e lagos. Destaca-se ainda o suporte e fortalecimento à participação da comunidade no alcance dessas metas (UNITED NATIONS, 2015).

Em consonância com esse cenário, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) e a Organização Meteorológica Mundial (WMO) apoiaram, em 2002, encontros de especialistas para discutir a importância de conhecer o consumo de água doce na produção de produtos e serviços, conhecido como *água virtual*⁶.

Nesses encontros o conceito de pegada hídrica (PH) foi introduzido pelo pesquisador Arjen Hoekstra, com o intuito de apresentar um indicador que provesse informação adicional aos indicadores já usados tradicionalmente para medir o consumo de água nos setores produtivos (HOEKSTRA; HUNG, 2002).

A PH, em linhas gerais, mede a apropriação humana dos recursos hídricos, sendo definida como o volume total de água doce usado para produzir determinados

⁵ Os 17 objetivos do milênio de 01 de janeiro de 2016 até 2030 (UNITED NATIONS, 2015).

⁶ O conceito de água virtual foi introduzido por J. A. Allan, nos anos 1990, e corresponde ao volume de água necessário para produzir commodities, associando água, alimento e comércio exterior.

produtos, bens ou serviços (HOEKSTRA; CHAPAGAIN, 2007; HOEKSTRA; MEKONNEN, 2012).

A principal diferença entre a PH e a água virtual é a possibilidade de um detalhamento quanto ao “tipo” de água consumida em cada produto, sendo dividida em três componentes: verde, azul e cinza (HOEKSTRA *et al.*, 2011).

O componente verde diz respeito ao volume de água de chuva utilizado na produção de um produto ou serviço, desde que essa água não escoe, ou seja, que penetre no solo e seja consumida pela vegetação.

Já o componente azul refere-se ao consumo de água doce superficial ou subterrânea, provenientes de alguma bacia hidrográfica - rios, lagos, reservatórios e aquíferos. Nesse componente, são excluídos dos cálculos o volume de água azul que, embora requerido para o uso, de alguma forma não foi consumido (uso não-consuntivo), e retorna para o sistema de onde veio.

Por fim, o componente cinza considera o fator poluição, sendo definido como o volume de água doce necessário para assimilar a carga de poluentes gerada a partir da produção de um produto ou serviço.

Classifica-se, ainda, como PH direta e indireta. Quando se analisa o consumo de carne, por exemplo, a PH direta de um consumidor se refere ao volume de água consumido ou poluído para preparar e cozinhar a carne. A PH indireta desse consumidor depende das PH diretas do comerciante que vende a carne, do frigorífico que prepara a carne para a venda, da fazenda que cria o animal, da empresa que fabrica a ração para a alimentação do animal e do produtor de grãos que fornece para a fábrica de ração (HOEKSTRA *et al.*, 2011).

A unidade básica de medida da PH é um processo. A soma de todos os processos num sistema de produção de um produto resulta na PH do produto que, por sua vez, quando somada a outros produtos e processos, resulta na PH de um produtor ou de uma empresa. Na mesma linha, a PH somada de todos os produtos adquiridos por uma pessoa resulta na PH do consumidor, que poderá novamente ser somada, para se obter a PH de um grupo de consumidores, em uma dada área geográfica. Ainda é possível somar a PH de todos os processos que ocorrem dentro dessa área, obtendo por exemplo, a PH de um país ou bacia geográfica. Por essas características, vale ressaltar que, embora relacionadas entre si, a pegada hídrica dos consumidores “em um país” não é igual à pegada hídrica “do país”, já que a PH do

país incorpora processos outros além daqueles envolvidos apenas ao consumo da própria população (HOEKSTRA *et al.*, 2011).

A figura 2 expõe uma representação esquemática da pegada hídrica de um consumidor, destacando os componentes e os usos direto e indireto.

Figura 2 – Composição do indicador pegada hídrica.

Fonte: Adaptado de HOEKSTRA *et al.*, 2011.

1.2.1 Cálculos

Conforme mencionado, a unidade básica de análise da PH é o processo produtivo de algum produto, bem ou serviço. A pegada hídrica de um processo é calculada a partir da seguinte expressão⁷:

⁷ Todas as fórmulas apresentadas nesse capítulo foram extraídas do Manual de avaliação da pegada hídrica: estabelecendo o padrão global (HOEKSTRA *et al.*, 2011).

$$PH_{proc} = PH_{proc,verde} + PH_{proc,azul} + PH_{proc,cinza} \quad [\text{volume/massa}]$$

Normalmente, a PH é expressa por unidade de m³/ton ou litro/kg.

Supondo-se que que temos a plantação de uma hortaliça, o componente verde da PH é calculado a partir da demanda de água da chuva (água verde) que essa cultura requer durante seu ciclo completo de desenvolvimento. O cálculo da PH azul é semelhante, mas contabiliza a demanda de água superficial ou subterrânea (água azul). Essas demandas são calculadas com base na evapotranspiração diária acumulada, geralmente estimada por modelos baseados em dados de clima, solo e das características da cultura em questão. Alguns modelos são utilizados para esse cálculo, como o CROPWAT, EPIC e AQUACROP, conforme detalham Hoekstra *et al.* (2011, p. 39). Os componentes verde e azul são calculados dividindo-se a demanda hídrica da cultura (DHC) pela produtividade dessa cultura (Prtv, massa/área).

$$PH_{proc,verde} = \frac{DHC_{verde}}{Prtv} \quad [\text{volume/massa}]$$

$$PH_{proc,azul} = \frac{DHC_{azul}}{Prtv} \quad [\text{volume/massa}]$$

A pegada hídrica cinza é calculada multiplicando-se a taxa de aplicação dos agroquímicos (fertilizantes, pesticidas, inseticidas) em uma cultura (TAQ, massa/área), pela fração de lixiviação/escoamento (α) desses compostos para os corpos d'água. O resultado desse cálculo é dividido pela concentração máxima aceitável do poluente em questão (geralmente nitrogênio, fósforo e potássio, variável conforme a legislação de cada região), subtraída da concentração natural dessa substância na água. Por fim, divide-se pela produtividade da cultura, para se obter a PH em unidade de volume por massa.

$$PH_{proc,cinza} = \frac{(\alpha \cdot TAQ) / (c_{m\acute{a}x} - c_{min})}{Prtv} \quad [\text{volume/massa}]$$

Quando se trata da PH de produtos da pecuária, incluem-se nos cálculos dados referentes ao consumo e poluição de água decorrentes da criação dos animais.

A *Water Footprint Network* (WFN) é uma rede fundada em 2008, que tem por missão centralizar evidências científicas, soluções práticas e estratégias de empoderamento da sociedade civil, pequenos produtores, companhias e governos, a fim de transformar a maneira com que utilizamos e compartilhamos os recursos hídricos, respeitando os limites que o planeta oferece. A WFN dispõe de uma base de dados chamada WaterStat, que fornece dados de PH para uso público, calculados para uma gama considerável de produtos, considerando as particularidades da produção agropecuária dos diferentes países.

1.2.2 Aplicações

A aplicação da PH pode contemplar quatro fases, sendo (1) a definição dos objetivos ao se utilizar a PH, (2) a contabilização da PH, (3) a avaliação da sustentabilidade da PH e (4) a formulação de respostas aos problemas encontrados (HOEKSTRA *et al.*, 2011).

Maior parte dos estudos que utilizaram o indicador PH, disponíveis na literatura até o momento, limitam-se à segunda fase, o que, segundo Martins (2014, p. 54), pode ser atribuído à recente consolidação do método, ou ainda, às dificuldades em se obter informações necessárias para proceder à terceira e quarta fases.

Sugere-se que a terceira fase contemple uma contextualização da PH com o que as bacias hidrográficas da região analisada podem suportar, de forma que se obtenha o melhor proveito do método, enquanto indicador de sustentabilidade. Incluem-se nesta fase, as investigações no que tanger a acessibilidade da população à água na região, e a eficiência de seu uso, incorporando as dimensões socioeconômicas na avaliação da sustentabilidade (MARTINS, 2014).

Para se proceder à quarta fase é necessário, ainda, identificar e dialogar com os responsáveis por colocar em prática as respostas aos resultados obtidos, com a finalidade de reduzir a PH, mesmo em locais onde não há baixa disponibilidade hídrica, superficial ou subterrânea. Formas de redução da PH podem incluir desde a otimização de um processo pelo aumento da eficiência no uso da água, a medidas compensatórias na mesma bacia hidrográfica onde a água foi consumida ou poluída (MARTINS, 2014).

Em levantamento bibliográfico a partir do site da WFN em junho de 2016 foi possível identificar em torno de 100 artigos publicados em revistas indexadas, sobre a PH (WFN, 2016a). Os enfoques desses estudos são diversos, incluindo relatórios sobre a PH de diversas nações, cálculos de PH de produtos e serviços, análises sobre o comércio exterior de produtos e o conteúdo de água virtual incorporado, PH de consumidores e empresas, PH de diferentes padrões alimentares, estratégias de mitigação da PH, ferramentas de educação e comunicação de resultados associados à PH, dentre outros. Nota-se, portanto, uma ampla aplicabilidade do indicador.

1.2.3 Limitações

Conforme já mencionado na seção 1.2, é fundamental que se tenham bem claras quais são as limitações do indicador em uso, para que se compreenda o alcance das análises, de que forma elas poderão ser comparadas com outros estudos disponíveis e como podemos sugerir aos tomadores de decisão que são necessárias ações. Nesse contexto, alguns pontos devem ser considerados quando se utiliza a pegada hídrica.

É essencial ter claro que a avaliação da PH se concentra na análise do uso de água doce, não envolvendo outras questões ambientais, tais como mudanças climáticas, degradação ou depleção de outros recursos naturais, biodiversidade, nem abrange, de forma isolada, temas sociais e econômicos, tais como pobreza, emprego ou bem-estar. Apesar disso, essas questões podem estar associadas quando da interpretação dos resultados do indicador. Do mesmo modo, não aborda outras discussões sobre a água, como inundações, acessibilidade, poluição da água salgada e saneamento básico (este último, contudo, beneficia-se com o uso do componente cinza da PH). Nesse sentido, a PH focaliza, exclusivamente, as atividades humanas que afetam a quantidade ou qualidade de água doce de uma bacia hidrográfica (HOEKSTRA *et al.*, 2011).

A comparação dos resultados com outros estudos disponíveis na literatura requer extrema prudência. Isso porque os cálculos dos componentes da PH envolvem variáveis como demanda hídrica de culturas, produtividade e concentrações máximas de poluentes permitidas por lei. Esses valores certamente serão diferentes dependendo das formas de produção, das tecnologias envolvidas e do clima da

região. Recomenda-se que essas variações sejam consideradas quando das comparações, porque caso contrário, pode-se acabar comparando coisas diferentes, que não trarão benefício algum (MARTINS, 2014).

Wichelns (2015) levanta a questão de que, apesar de usar o mesmo conceito de “pegada”, a PH apresenta características técnicas diferentes dos outros indicadores da mesma família, como a pegada ecológica e a de carbono. O autor exemplifica que as emissões de carbono por um carro em Nova York exercerão o mesmo impacto na atmosfera que as emissões geradas por um carro em Pequim e, portanto, reduzir as emissões em qualquer país irá reduzir a pressão global sobre a atmosfera. A pegada ecológica também segue o mesmo padrão, avaliando os impactos em termos de “hectares globais” de terra. O mesmo não se aplica para a pegada hídrica. Habitantes de países mais úmidos podem vir a apresentar maior pegada hídrica que habitantes de países secos, e isso não necessariamente irá indicar danos ambientais globais, se o consumo e a disponibilidade de água estiverem em equilíbrio na região. Por isso, aconselha-se que comparações entre estudos que utilizam valores absolutos de PH devem ser cautelosas (PERRY, 2014), uma vez que os impactos da apropriação da água são locais, assim como devem ser as medidas mitigatórias e compensatórias.

Vale ressaltar um último ponto importante. A PH é uma ferramenta útil para quantificar o consumo de água e identificar em qual parte do processo ela precisa ser reduzida, à medida em que distingue os diferentes tipos de água utilizados e se contabiliza também a poluição do processo. Entretanto, ela é apenas um indicador, e tal como ocorre em todos os outros indicadores, sejam eles ambientais, econômicos ou sociais, ela não “conta toda a história”, apenas a reduz a uma medida que seja de compreensão e comparação mais fácil (HOEKSTRA *et al.*, 2011). Nesse sentido, quando se fala em reduzir a PH de um processo, não significa, necessariamente, que esse processo será mais ecologicamente mais correto, pois existe um contexto muito mais amplo a ser considerado no ciclo de vida dos produtos.

Apesar dessas limitações, a PH vem sendo empregada com bastante frequência, dada a necessidade de repensar os padrões atuais de consumo e de seus impactos nos recursos naturais e na sociedade. Ressalta-se, ainda o importante potencial pedagógico da PH, enquanto um instrumento inovador de sensibilização, monitoramento e controle para consumidores, produtores, corporações e governos (MARTINS, 2014).

1.3 PEGADA HÍDRICA E ALIMENTAÇÃO

Os primeiros dados de pegada hídrica de alimentos foram quantificados e apresentados por Mekonnen e Hoekstra, em 2010, nas séries *Value of Water Research Report*, fomentadas pela UNESCO. Posteriormente, entre 2011 e 2012 esses dados foram publicados em importantes revistas da área ambiental (2011a, 2012). De acordo com esses dados, a figura 3 apresenta a média global da PH da produção de alguns grupos de alimentos.

Figura 3 – Pegada hídrica média global da produção de alimentos entre 1996-2005 (em m³ de água por tonelada de alimento).

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados de Mekonnen e Hoekstra (2011;2012).

Os alimentos que apresentam a menor PH são as hortaliças, as raízes e tubérculos e as frutas, com PH total inferior a 1.000 m³/ton. Leite, cereais, óleos vegetais, ovos, leguminosas e carne de frango apresentam valores moderados de PH, entre 1.000 e 5.000 m³/ton. As carnes bovina e suína, manteiga e castanhas apresentam valores de PH superiores a 5.000 m³/ton. Analisando os componentes da PH, observa-se que a carne bovina consome maiores volumes de água verde, enquanto as castanhas consomem mais água azul, e as leguminosas mais água cinza, por tonelada produzida.

Esses dados correspondem a médias calculadas para o período que compreende os anos de 1996 e 2005 (MEKONNEN; HOEKSTRA, 2011;2012). É conveniente ressaltar que esses valores são médias globais, e que podem variar conforme as formas de produção e o clima de cada país. Por isso, os dados relativos à PH da produção agrícola também foram calculados para cada unidade da federação de um grande número de países, enquanto os dados de PH relativos à produção pecuária foram calculados apenas no nível dos países, ponderando-se pelo tipo de criação dos animais.

Dados de PH relativos ao tipo de criação dos animais revelam que o método intensivo para bovinos, suínos, ovinos e caprinos, tende a diminuir os valores de PH, principalmente porque são mais eficientes no consumo de água verde. São necessários cerca de 3 a 4 vezes menos alimento para manter os animais quando a criação é do tipo intensiva, entretanto, quando analisamos os componentes azul e cinza, o cenário é diferente (MEKONNEN; HOEKSTRA, 2012). O consumo de águas doces superficiais ou subterrâneas e a poluição apresentam-se maiores no sistema intensivo, em comparação com o extensivo. No caso da carne bovina, por exemplo, a contribuição da água azul passa de 2% no sistema extensivo, para 21% no intensivo. Isso porque no sistema extensivo, maior parte da alimentação é oriunda de pastagem, enquanto nos sistemas intensivos há uma demanda maior do uso de água azul para a produção dos grãos que compõem as rações. Além disso, são necessários mais agroquímicos na produção desses grãos, que por sofrerem lixiviação, aumentam a pegada hídrica cinza. Mendonça *et al.* (2013) quantificaram a PH da bovinocultura de corte no Brasil, identificando que a contribuição do componente cinza dos sistemas intensivos chega a 8,3% da PH total, enquanto nos sistemas extensivos sua participação é de 0,01% apenas. Desse modo, embora os sistemas intensivos tenham uma PH total menor, eles tendem a poluir mais e utilizar mais águas superficiais, dentro dos moldes atuais de produção. Tais fenômenos também acontecem quando se analisa os laticínios e seus derivados. Já quando se analisa a produção de carne de frango e ovos, em geral utilizam-se grãos e rações à base de grãos tanto na criação extensiva, como na intensiva e não se verificam aumento das PH azul e cinza à medida em que o processo de criação se intensifica (MEKONNEN; HOEKSTRA, 2012).

Os valores médios globais da PH de peixes e crustáceos vieram a ser calculados mais recentemente por Pahlow *et al.* (2015), e são distintos, se a pesca for

extrativista ou por aquicultura. Tais animais, quando coletados da natureza de forma completamente extrativista não apresentam pegada hídrica (GEPHART; PACE; D'ODORICO, 2014a, 2014b; TROELL *et al.*, 2014). Já os animais provenientes de criação por aquicultura são alimentados, em sua maioria, com ração composta por grãos ou por carnes e vísceras de outros animais, o que implica algum valor de pegada hídrica. Dessa maneira, a pegada hídrica de peixes produzidos por aquicultura corresponde a 1.629 m³/ton de PH verde, 179 m³/ton de PH azul e 166 m³/ton de PH cinza, totalizando uma PH de 1.974 m³/ton (PAHLOW *et al.*, 2015). Esses valores foram calculados para o ano de 2008.

De acordo com a WFN, no período entre 1996 e 2005, a PH total da produção de alimentos brasileira foi de 464 milhões de m³ ao ano e o setor contribuiu com 96,3% da PH total do país. Diante desses dados, o Brasil enquadra-se como o país com a quarta maior pegada hídrica do mundo, atrás apenas da Índia, China e Estados Unidos. Considerando-se os componentes verde, azul e cinza, o Brasil passa a assumir a 5^a, 16^a e 7^a colocação, respectivamente (MEKONNEN; HOEKSTRA, 2011b).

Em termos de consumo de alimentos (nacionais e importados), a PH dos consumidores brasileiros totalizou 1920 m³ *per capita* ao ano. É conveniente destacar que, para a PH do consumo, os valores se referem a uma abordagem *bottom up*, multiplicando-se todos os produtos consumidos pelos habitantes brasileiros, pela PH desses produtos para o período de 1996 a 2005, e que os dados nacionais de consumo foram extraídos da base de dados FAOSTAT (MEKONNEN; HOEKSTRA, 2011b).

Poucos estudos avaliaram a PH dos diferentes padrões alimentares até o momento. O primeiro deles ocorreu na China, em 2008, conduzido por Liu e Savenije (LIU; SAVENIJE, 2008). Segundo os autores, os padrões alimentares chineses sofreram importantes mudanças nos últimos anos, apresentando um aumento da ordem de 3,7 vezes no consumo de alimentos de origem animal, principalmente carnes, de 1980 a 2003. Esse aumento é atribuído ao rápido incremento da renda *per capita*, e da crescente urbanização e expansão de mercado. Outra mudança importante diz respeito ao consumo de frutas e hortaliças, que se revelou 4 vezes superior em 2003, em comparação com os anos 1961. Por outro lado, o consumo de cereais apresentou declínio desde os anos 1990. Nesse cenário, os requerimentos de água para suprir tais padrões alimentares triplicaram no período que compreende os

anos 1961 e 2003, o que, conforme estimativas dos autores, irá impor intensa pressão nos recursos hídricos chineses. A substituição das carnes por peixes na dieta habitual chinesa é sugerida como uma tentativa de economizar os recursos hídricos do país (LIU; SAVENIJE, 2008).

Alguns estudos foram publicados analisando a PH dos padrões alimentares europeus. No trabalho de Vanham *et al.* (2013), o consumo alimentar da União Europeia e Croácia foi quantificado a partir das folhas de balanço de alimentos da FAO para o período de 1996 e 2005. Demonstrou-se que a dieta habitual europeia se caracteriza por elevado conteúdo energético, assim como pela alta razão entre a ingestão de proteínas de origem animal e vegetal. Nesse contexto, o leite foi o alimento que mais contribuiu para a PH total e componentes, seguido das carnes bovina e suína para o componente verde. No componente azul, o açúcar se revelou como o terceiro principal contribuidor, enquanto no componente cinza a posição foi ocupada pelo trigo, diminuindo a contribuição relativa da carne bovina nesses dois componentes (VANHAM; MEKONNEN; HOEKSTRA, 2013).

Metodologia semelhante foi utilizada para avaliar o consumo alimentar austríaco, incluindo dados de ingestão alimentar⁸ (VANHAM, 2013). A ingestão de cereais, tubérculos, raízes, hortaliças e frutas apresentou-se inferior às recomendações da Sociedade Alemã de Nutrição⁹. Já em termos de consumo, todos os grupos de alimentos revelaram-se superiores às recomendações nutricionais para essa população, no período entre 1996 e 2005. Entretanto, a PH do país é consideravelmente baixa, o que o autor atribui à eficiência na produção agropecuária austríaca em termos de economia de água e, principalmente, ao fato de que o país não é autossuficiente na produção de alguns produtos, dependendo de importações. Em decorrência desse quadro, boa parte da PH associada aos padrões alimentares dos cidadãos austríacos está localizada em outros países (VANHAM, 2013). Essa situação levanta uma importante reflexão, no sentido de perceber que a água passa a atuar, também, como moeda de troca nas transações entre os países, geralmente não considerada por indicadores de medem tais transações apenas em termos monetários. Nesse sentido, os padrões alimentares de um país devem também permear as discussões relacionadas à governança da água.

⁸ A ingestão foi avaliada a partir de dados da *Statistics Austria*, enquanto o consumo foi analisado a partir das folhas de balanço de alimentos da FAO.

⁹ *Deutsche Gesellschaft für Ernährung / German Nutrition Society*

Os estudos europeus supracitados avaliaram, ainda, a PH de alguns padrões alimentares hipotéticos. Foram analisados três padrões: (1) padrão saudável, baseado nas recomendações alemãs; (2) padrão vegetariano, similar ao saudável, mas substituindo as proteínas das carnes pela mesma quantidade de proteínas vegetais, oriundas de leguminosas e oleaginosas, e mantendo laticínios; e (3) padrão combinado, com metade das proteínas das carnes substituídas por leguminosas e oleaginosas. Como resultados, verificou-se uma redução de 23% na PH do padrão saudável, 38% na do padrão vegetariano e 30% no combinado, quando comparados com a PH real da população para o período de 1996 a 2005. O padrão vegetariano demonstrou também ser aquele que resultaria em menores valores de PH em todos os componentes.

Outro estudo avaliou os padrões alimentares (hipotéticos) saudável e vegetariano no Norte e Sul europeus, assim como na Europa ocidental e oriental (VANHAM; HOEKSTRA; BIDOGLIO, 2013). De igual modo, ambos os padrões apresentaram menores PH quando comparados ao consumo real no mesmo período, sendo ainda menores no padrão vegetariano. Segundo os autores, a adoção de padrões mais saudáveis pode resultar em importante economia de água na região, sugerindo redução no consumo de açúcar, gorduras animais e carnes, e aumento de hortaliças e frutas.

Recentemente, dois estudos compararam a PH da dieta do Mediterrâneo com o consumo alimentar na Espanha, Itália e Estados Unidos. Este padrão alimentar se caracteriza por apresentar predominância de alimentos de origem vegetal, e admitir baixas quantidades de alimentos de origem animal, incluindo carnes. Foi reconhecido pela UNESCO, em 2010, como patrimônio imaterial da humanidade, não apenas por suas características nutricionais, quanto por seus baixos impactos econômico, sociocultural e ambiental (GERMANI *et al.*, 2014). O estudo italiano identificou que a aderência ao padrão mediterrâneo diminuiria a PH em 22%, em comparação com consumo atual italiano (GERMANI *et al.*, 2014). Já o estudo espanhol identificou uma PH similar entre o consumo habitual espanhol e o padrão mediterrâneo. Em contrapartida, em comparação com o consumo da população estadunidense (padrão ocidental), identificaram que a adoção de um padrão mediterrâneo resultaria em uma redução na PH de 33% (SAEZ-ALMENDROS *et al.*, 2013). Esses dois estudos apresentam um diferencial, pois incluíram nas análises, dados oriundos de inquéritos domiciliares de aquisição de alimentos na Itália e Espanha, o que direciona as

discussões para um nível real de consumo. Segundo Claro *et al.* (2010), as folhas de balanço de alimentos, embora úteis para estimar o suprimento nacional de alimentos, podem superestimar ou subestimar o consumo real no nível domiciliar, em alguns casos.

Uma análise conduzida nos Estados Unidos por Tom *et al.* (2015), confrontou valores de PH azul de três cenários hipotéticos diferentes, de acordo com recomendações do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), de 2010, para o combate do sobrepeso e obesidade. De acordo com os autores, o valor calórico médio consumido pela população dos EUA é em torno de 3.620 Kcal/dia. Diante disso, o primeiro cenário hipotético caracterizou-se por um padrão alimentar com reduzido valor calórico (3.300 Kcal/dia), mas mantendo-se a distribuição recomendada entre os grupos de alimentos; o segundo manteve o valor calórico, mas redistribuiu os grupos alimentares, conforme as recomendações, para atingir a quantidade de calorias; e o terceiro reduziu o valor calórico para 3.260 Kcal/dia e redistribuiu os grupos alimentares, concomitantemente. Os resultados demonstraram que apenas o primeiro cenário reduziria a PH azul, na ordem de 9%. Os cenários 2 e 3 aumentariam a PH azul em 16% e 10%, respectivamente. Segundo os autores, os achados revelam que redistribuir os alimentos de acordo com as recomendações, implica aumentar em grande proporção os teores de frutas, hortaliças e leite, contribuindo para o aumento da PH azul. Diferentemente da literatura publicada até o momento, esse estudo não confirma a hipótese de que a adoção de um padrão alimentar mais saudável possa diminuir o impacto nos recursos hídricos. Vale ressaltar que as recomendações nutricionais da USDA são diferentes das recomendações europeias. Por isso, conforme destacam os autores, esses resultados contra intuitivos indicam a necessidade em se unir esforços para que se estabeleçam recomendações nutricionais que considerem, ao mesmo tempo, a saúde e o meio ambiente (TOM; FISCHBECK; HENDRICKSON, 2015).

Apenas um trabalho brasileiro analisou a pegada hídrica de padrões alimentares até o momento. Realizado por pesquisadores da Universidade Federal de Campina Grande, o trabalho determinou a PH de 90 consumidores vegetarianos e não-vegetarianos na cidade de Caicó (RN) (SILVA *et al.*, 2013). Os resultados corroboram as hipóteses de que um padrão alimentar vegetariano exerça menor impacto nos recursos hídricos, e acrescentam a informação de que a PH aumenta linearmente em função da renda dos consumidores, mesmo entre os vegetarianos.

Apesar dos achados, este trabalho não apresenta um detalhamento metodológico quanto ao desenho do estudo e aos dados de PH utilizados, o que dificulta a extrapolação dos resultados para o nível nacional.

Diante desses dados, conclui-se que a pegada hídrica de um país, ou de seus consumidores, pode variar conforme os padrões alimentares praticados pela população, e que alguns padrões podem exercer diferentes pressões sobre os recursos hídricos conforme a demanda de água para a produção dos alimentos que compõem esses padrões.

Entretanto, diferentemente de outros países com menores áreas e populações mais homogêneas, estima-se que o Brasil já atingiu mais de 207 milhões de habitantes, cujos hábitos alimentares apresentam enormes variações, num cenário que é fruto de diferentes tradições culturais, condições climáticas, e características socioeconômicas. Por isso, torna-se de extrema importância conhecer essas variações, assim como seus determinantes, e identificar como elas podem impactar os recursos hídricos.

Somado a isso, à medida em que o país se desenvolve, tornando-se mais globalizado e melhorando as condições de vida e o poder de compra da população, novos hábitos de consumo vão sendo incorporados aos antigos. Há de se considerar, também, os efeitos dessas mudanças sobre a sustentabilidade do sistema alimentar. Diante disso, justifica-se a necessidade de um estudo de abrangência nacional, que identifique os padrões alimentares praticados nos domicílios, analise as mudanças nesses padrões em face das transformações que ocorreram no país e, por fim, quantifique os efeitos da aderência a esses novos comportamentos sobre a pegada hídrica brasileira.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Analisar a evolução da associação entre os padrões alimentares da população brasileira e a pegada hídrica indireta associada à produção dos alimentos adquiridos nos domicílios brasileiros entre os anos 2002-2003 e 2008-2009.

2.2 ESPECÍFICOS

- Descrever a pegada hídrica indireta da população brasileira, segundo variáveis sociodemográficas, assim como as contribuições relativas dos grupos alimentares, nos dois anos de inquérito.
- Conhecer a tendência temporal dos padrões alimentares praticados no Brasil entre os anos de 2002-2003 e 2008-2009, e suas distribuições, segundo variáveis sociodemográficas.
- Estimar o efeito dos padrões alimentares sobre a PH indireta da população, identificando quais padrões alimentares exercem maior ou menor pressão sobre os recursos hídricos.

3 MÉTODOS

3.1 FONTE DOS DADOS

Os dados populacionais utilizados neste estudo são oriundos das duas edições mais recentes das Pesquisas de Orçamentos Familiares (POFs), de 2002-2003 e 2008-2009. A fim de manter a fluidez do texto, o inquérito de 2002-2003 será referido em alguns momentos como “2003”, e o de 2008-2009, como “2009”. As POFs são pesquisas de representatividade nacional, conduzidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) que visam fornecer informações sobre a composição dos orçamentos domésticos, através da investigação de hábitos de consumo, da alocação de gastos e da distribuição dos rendimentos, segundo as características dos domicílios e de seus residentes.

3.2 DELINEAMENTO DO ESTUDO

O plano amostral da POF caracteriza-se por amostragem complexa em conglomerados. As unidades primárias de amostragem correspondem aos setores da base geográfica do Censo Demográfico de 2000, submetidos à estratificação geográfica e socioeconômica (IBGE, 2004, 2010a).

Os setores foram selecionados por amostragem sistemática, com probabilidade proporcional ao número de domicílios no setor, dentro de cada estrato final. As unidades secundárias de amostragem correspondem aos domicílios particulares permanentes, definidos como habitações de uma ou mais pessoas, ligadas por algum laço de parentesco, dependência doméstica, ou norma de convivência, sendo parcial ou totalmente destinado à moradia. Estes domicílios foram selecionados por amostragem aleatória simples sem reposição, dentro dos setores previamente selecionados.

Cada domicílio da amostra representa um determinado número de domicílios na população e, por isso, recebe um peso amostral equivalente ao inverso de sua

probabilidade final de sorteio. Os pesos foram calculados com base no plano amostral, incorporando ajustes para compensar a não resposta de algumas unidades (LEVY *et al.*, 2012). O peso amostral possibilita a expansão das estimativas para o nível nacional.

Os setores de cada estrato e os domicílios correspondentes foram aleatoriamente alocados por trimestre, visando garantir a distribuição dos estratos da amostra ao longo dos 12 meses da pesquisa e, assim, captar as variações dos padrões de consumo conforme as épocas do ano (IBGE, 2004, 2010a).

A figura 4 apresenta o esquema de estratificação dos setores.

Figura 4 – Estratificação das Pesquisas de Orçamentos Familiares de 2002-2003 e 2008-2009.

POF 2002-2003	POF 2008-2009
1º estágio: geográfica Área urbana: <ul style="list-style-type: none"> • Município da capital • Região metropolitana sem a capital • Restante da área urbana Área rural: <ul style="list-style-type: none"> • Norte • Nordeste • Sudeste • Sul • Centro-Oeste 	1º estágio: divisão administrativa <ul style="list-style-type: none"> • Município da capital • Região metropolitana • Região integrada de desenvolvimento
	2º estágio: espacial/geográfica <ul style="list-style-type: none"> • Áreas de ponderação • Municípios
	3º estágio: situação dos setores censitários <ul style="list-style-type: none"> • Urbana • Rural
2º estágio: socioeconômica Média de anos de estudo dos responsáveis pelos domicílios no setor (obtida no Censo Demográfico de 2000)	4º estágio: socioeconômica Média de anos de estudo dos responsáveis pelos domicílios no setor (obtida no Censo Demográfico de 2000)

Fonte: Adaptado de IBGE (2004, 2010a).

Por fim, foram identificadas as unidades de consumo (ou famílias) em cada domicílio, as quais compreendem um único morador ou um conjunto de moradores que utilizam do mesmo estoque de alimentos e/ou compartilham as despesas alimentares.

A figura 5 esquematiza o delineamento amostral das POFs e a amostra final utilizada nas análises.

Figura 5 - Delineamento amostral das POFs de 2002-2003 e 2008-2009 e respectivas amostras utilizadas no presente estudo.

As informações respectivas aos alimentos e bebidas adquiridos pelos domicílios foram coletadas através dos quadros 63 a 69 da Caderneta de Aquisição Coletiva, do módulo 3 de ambas as POFs. Esses dados foram registrados pela pessoa que administrava ou dirigia os referidos tipos de despesas no orçamento doméstico. O período de registro foi de sete dias consecutivos, e incluiu a descrição detalhada de

cada produto adquirido, sua respectiva quantidade, unidade de medida, equivalente em peso ou volume, local da compra e forma de obtenção do produto (monetária, doação, troca, produção própria, e outras).

As informações acerca de despesas com alimentação fora do domicílio foram coletadas através do quadro 24 do Questionário de Despesa Individual, do módulo 4 de ambas as POFs, fornecido para cada morador do domicílio. O período de registro também foi de sete dias consecutivos, mas iniciou após o preenchimento do módulo 3.

3.3 VARIÁVEIS

As variáveis das POFs utilizadas nas análises são apresentadas no quadro 1, conforme o módulo a que pertencem e à fonte dos dados (variável originalmente presente no banco de dados, ou variável criada/modificada a partir de outras variáveis preexistentes).

Quadro 1 - Variáveis das POFs utilizadas no estudo.

Descrição da variável	Módulo	Fonte ¹
Variáveis indicadoras de desenho amostral		
Estrato geográfico	01	O
Setor censitário	01	O
Fator de expansão (peso amostral)	01	O
Variáveis indicadoras de região geográfica do domicílio		
Macrorregião	01	C
Área urbana ou rural	01	C
Variáveis indicadoras de situação socioeconômica do domicílio		
Número de moradores no domicílio	01	O
Número de unidades de consumo no domicílio	01	O
Renda mensal da unidade de consumo	01	O
Variáveis indicadoras de aquisição de alimentos		
Grupo alimentar	03	C
Quantidade em quilogramas do item alimentar adquirido	04	O
Valor gasto com alimentos dentro do domicílio	04	O
Valor gasto com alimentos fora do domicílio	04	O

¹ O=variável presente originalmente no banco de dados correspondente; C=variável criada ou modificada para o presente estudo a partir de outras variáveis originais.

3.3.1 Despesas com alimentos

As despesas com alimentação dentro do domicílio têm apresentando uma menor participação nos orçamentos das famílias ao longo do tempo, fato que vem sendo associado a fatores sociais, demográficos e econômicos, como maior participação da mulher no mercado de trabalho, aumento da renda familiar, urbanização, escassez de tempo da sociedade moderna e diminuição do preço de alimentos prontos para consumo (SOUZA *et al.*, 2013). Observou-se um aumento de 7% nos gastos com alimentos fora do domicílio de 2002-2003 para 2008-2009, e essa tendência se observa também em todas as macrorregiões, assim como nas áreas urbana e rural (IBGE, 2010b).

O presente estudo apresentou como unidade de análise apenas os alimentos adquiridos para consumo dentro do domicílio, uma vez que o banco de dados das POFs para esta categoria de consumo apresenta-se bem detalhado no quesito peso dos alimentos. Dessa forma, viabilizou-se a compatibilização com os valores de referência para pegada hídrica, e a quantificação do consumo de água por quilograma de alimento adquirido.

Entretanto, para considerar as variações nos gastos com a alimentação fora do domicílio, optou-se por utilizar um fator de correção para o peso amostral, que foi calculado através da relação entre a soma das despesas totais com alimentos (numerador) e a soma das despesas com alimentos fora do domicílio (denominador), para cada ano e décimo de renda. Tal razão corresponde, portanto, ao número de vezes em que os gastos totais com alimentos (dentro e fora do domicílio) excedeu os gastos com alimentos fora do domicílio. Dessa forma, ao se multiplicar o fator de correção ao peso amostral original, atribui-se maior representatividade ao consumo intradomiciliar das famílias, contribuindo, para um melhor ajuste dos dados analisados. O ajuste pelos anos preenche a necessidade de equilibrar as transformações ocorridas no perfil socioeconômico da população brasileira entre os dois inquéritos, que refletiram em mudanças no consumo dentro e fora do domicílio, considerando as variações observadas entre as faixas de renda.

As informações de despesas com alimentos apresentaram valores faltantes (*missing*), que foram substituídos por procedimentos de imputação múltipla, definidos como métodos de substituição dos dados faltantes por dados de outros indivíduos conhecidos da amostra (no caso, domicílios), com características semelhantes

(DONDEERS *et al.*, 2006). Tais métodos foram propostos inicialmente por Rubin (1987) e vêm sendo preferidos pela comunidade científica para o tratamento de dados *missing*, pois levam em conta informações de outras variáveis associadas à variável imputada, tornando-se mais refinados e menos propensos a erros, em comparação com outros procedimentos.

O método de imputação múltipla empregado foi o *Predictive Mean Matching* (PMM), que produz valores imputados a partir de valores “emprestados” de outros indivíduos com dados reais (ALLISON, P, 2015). Através do PMM são calculados os valores preditos por domicílio, por meio de regressão linear. Para cada valor predito de um domicílio com valor faltante, procura-se o domicílio observado com valor predito mais próximo, e utiliza-se o valor observado como valor a ser imputado. Neste modelo de imputação utilizam-se, ainda, variáveis preditoras, a fim de selecionar os domicílios com valores preditos próximos, dentro de um espectro de características semelhantes às do domicílio cujo valor será imputado (NUNES; KLÜCK; FACHEL, 2009).

O quadro 2 apresenta o percentual de dados imputados e as variáveis preditoras utilizadas para agrupar domicílios semelhantes. O procedimento de imputação considerou o peso amostral.

Quadro 2 – Imputação por *Predictive Mean Matching* de dados faltantes nas Pesquisas de Orçamentos Familiares.

Variáveis imputadas	Percentual de domicílios sem informação na variável		Variáveis preditoras
	2002-2003	2008-2009	
Despesas em reais com alimentos fora do domicílio	41,8%	38,0%	Estrato Setor censitário Renda mensal
Despesas em reais com alimentos dentro do domicílio	3,7%	1,6%	Estrato Setor censitário Renda mensal UF Grupo alimentar

3.4 PEGADA HÍDRICA

Os valores de pegada hídrica foram extraídos, em sua maioria, da base de dados WaterStat, mantida pela *Water Footprint Network* (WFN), mas alguns valores também foram assumidos com base na literatura sobre o tema. A seguir serão descritos detalhadamente os valores utilizados e as respectivas fontes de consulta.

3.4.1 Valores extraídos da WaterStat

O anexo 1 apresenta os valores de pegada hídrica utilizados neste estudo, extraídos da WaterStat. Tais valores correspondem à pegada hídrica média da produção de alimentos no período de 1996 a 2005, calculados pela WFN de acordo com a metodologia proposta por Hoekstra e colaboradores (2011). Os alimentos são apresentados conforme o código HS (*Harmonized Commodity Description and Coding System*), um sistema internacional de padronização de nomes e números usado para classificar commodities. A WFN utiliza este código para identificar os alimentos em sua base de dados.

Os valores de pegada hídrica de produtos provenientes da pecuária são apresentados na base de dados da WaterStat segundo o tipo de criação dos animais, isto é, se intensiva, extensiva ou mista. São disponibilizados, também, valores médios desses alimentos para cada país, ponderados conforme os valores de produção e importação desses alimentos, fornecidos pela FAO (MEKONNEN; HOEKSTRA, 2012). Todos os dados de pegada hídrica de alimentos provenientes da pecuária apresentados no anexo 1 correspondem à média nacional ponderada pela produção. Já para produtos advindos da agricultura, utilizou-se os valores de referência de pegada hídrica para a média brasileira e, quando esta não estava disponível, utilizou-se a média global.

Alguns alimentos foram agrupados para se obter o valor médio de pegada hídrica do grupo, como é o caso das sementes oleaginosas e castanhas, dos óleos de origem vegetal e das bebidas alcoólicas. O anexo 2 apresenta os códigos utilizados e o valor médio de pegada hídrica calculado a partir dos mesmos.

3.4.2 Valores extraídos de outras referências

A) Peixes

Foram utilizados os dados de PH de peixes de Pahlow *et al.* (2015), conforme referido na seção 1.3. Os valores foram convertidos para litros e quilogramas, sendo 1.629 L/Kg a pegada hídrica verde, 179 L/Kg a pegada hídrica azul e 166 L/Kg a pegada hídrica cinza, totalizando uma pegada hídrica de 1.974 L de água para cada quilograma de peixe ou fruto do mar.

Como os dados de aquisição de alimentos da POF não informam se tais alimentos são de origem extrativista ou por aquicultura, optou-se por seguir o mesmo padrão de ponderação dos produtos da pecuária. Os valores de produção pesqueira foram extraídos das estatísticas da pesca de 2002, 2003, 2008 e 2009, do Ministério do Meio Ambiente e do Ministério da Pesca e Aquicultura (2010; 2004a, 2004b). Para cada unidade da federação foram calculadas as médias da produção pesqueira por extrativismo, aquicultura e total, entre os anos de 2002-2003 e 2008-2009. Em seguida, calculou-se a proporção da aquicultura na UF, em relação à produção pesqueira total de peixes de água salgada e de peixes de água doce. Esta proporção foi, por fim, multiplicada pelos valores de referência de Pahlow *et al.* (2015). Deste modo, obteve-se novos valores de pegada hídrica para peixes, correspondentes às médias de pegadas hídricas ponderadas pelas proporções de pesca por aquicultura em cada UF.

B) Refrigerantes

Para estimar o valor de referência de pegada hídrica de refrigerantes utilizou-se o estudo de Ercin *et al.* (2010), que estabeleceu valores preliminares para bebidas carbonadas. De acordo com o estudo, 0,5 L da bebida produzida com açúcar de cana brasileira possui uma pegada hídrica total de 207 L, de forma que 64,8% corresponde ao componente verde, 25,7% ao componente azul e 9,5% ao componente cinza.

Os valores foram convertidos através da densidade de 1,22 Kg/m³ (CARDOSO *et al.*, 2014), resultando em 219,90 L/Kg, 87,21 L/Kg e 32,24 L/Kg, para os componentes verde, azul e cinza, e 339,34 L/Kg para a PH total. Estes valores foram estabelecidos, assumindo que as bebidas carbonadas utilizassem cana de açúcar

brasileira, e que fossem comercializadas em garrafa PET. Vale ressaltar que valores são teóricos, sem data de referência estabelecida.

3.5 COMPATIBILIZAÇÃO DOS DADOS

Os alimentos adquiridos nos domicílios foram combinados com os valores de pegada hídrica descritos nas seções 3.5 e 3.6, o que se caracteriza como uma abordagem *bottom up* de análise. Vale destacar que os valores se referem a produtos e, portanto, explicarão apenas a pegada hídrica indireta dos domicílios, uma vez que não foram computados os usos diretos de água pelo domicílio.

Os valores de pegada hídrica por quilograma de alimento foram, então, multiplicados pela quantidade do alimento adquirida no domicílio. Os valores finais foram anualizados conforme a metodologia seguida pelo IBGE (2004, 2010a). Para os cálculos apresentados na unidade *per capita*, os respectivos valores foram divididos pelo total de moradores no domicílio. Os alimentos foram reagrupados em 26 subgrupos.

Foram excluídos das análises os registros de alimentos “agregados” (grupo 99 na POF de 2002-2003 e 90 na POF de 2008-2009), por se tratarem de aquisições de vários produtos sem discriminação detalhada, comprados num mesmo momento. Também não foram analisados os alimentos preparados para viagem, por conterem mais de um item alimentar em proporções desconhecidas (grupo 94 na POF de 2002-2003 e grupo 85 na POF de 2008-2009).

Cerca de 4,4 % dos itens alimentares não apresentaram valores compatíveis de pegada hídrica disponíveis na literatura. Para estes casos, atribuiu-se valores de pegada hídrica correspondentes à média do grupo original da POF ao qual o alimento pertencia, conforme o ano do inquérito.

O quadro 3 descreve os grupos finais de alimentos e os grupos aos quais estes pertenciam originalmente nos bancos de dados da POF.

Quadro 3 - Grupos alimentares finais estabelecidos após compatibilização dos itens alimentares com os respectivos valores de pegada hídrica.

Grupo alimentar final	Grupo da POF 2002-2003	Grupo da POF 2008-2009
Arroz	63	63
Outros cereais	63	63
Tubérculos e raízes	63	64
Feijão	63	63
Outras leguminosas	63	63
Panificados e farináceos	63,64,92	65,80,81
Massas	64	65
Sementes oleaginosas, castanhas e cocos	63,64	63,66
Hortaliças frescas	65	67
Hortaliças processadas	90	77,81
Frutas frescas e secas	66,67	68,69
Sucos de frutas	67,93	85
Café e chás	93	86
Refrigerantes	93	82
Bebidas alcoólicas	96	83
Laticínios	91,93	79,82
Gorduras animais	69,94	71,84
Gorduras e óleos vegetais	91,94	79,84
Carnes vermelhas frescas	69,90	71
Carnes de aves frescas	91	78
Peixes	70,76,77,78,80,84,85,89,90	72,77,74
Carnes processadas	90,92	77,78,79,81
Ovos	91	77,78
Análogos proteicos à base de soja	64,91	65,77,79,81
Açúcar e doces	67	69
Sal, condimentos, especiarias e temperos	68,90	70

3.6 ANÁLISE DOS DADOS

3.6.1 Análise descritiva

Foram descritos médias e intervalos de confiança de 95% da pegada hídrica *per capita* anual da aquisição domiciliar de alimentos nos dois anos de inquérito. Os valores foram estratificados por macrorregião, área do domicílio, unidade da federação e quintos¹⁰ de renda domiciliar mensal *per capita*.

Avaliou-se, por meio de um modelo log-log de regressão linear simples, a tendência linear da pegada hídrica anual *per capita* (variável desfecho) em função da renda domiciliar mensal *per capita* (variável explanatória), para cada ano.

Dados sobre aquisição de alimentos refletem o início da cadeia de consumo e representam melhor os hábitos alimentares quando descritos conforme a participação relativa dos grupos alimentares, e não em quantidades absolutas (LEVY *et al.*, 2012). Por isso, a contribuição relativa dos grupos de alimentos para a PH *per capita* média foi demonstrada segundo macrorregião, área e quintos de renda para os dois anos de inquérito.

A relevância das diferenças observadas entre os dois anos de inquérito foi testada, empregando-se o teste t de *Student* para médias independentes, com nível de significância de 5%. Todas as análises foram realizadas no programa Stata®, versão 13 (STATA CORP, 2013), levando em consideração o desenho amostral complexo da amostra, através do comando *survey*.

3.6.2 Análise de principais componentes

A análise de principais componentes (APC) é uma ferramenta de análise multivariada que objetiva descrever de forma sintética um grande número de variáveis.

Trata-se de uma técnica de caráter exploratório, que consiste em realizar uma mudança de base do espaço vetorial do conjunto de dados (LYRA *et al.*, 2010; OLINTO, 2007). A matriz de dados, que inicialmente é uma tabela, em que os casos

¹⁰ Optou-se por não utilizar a renda por faixas de salário mínimo, porque o salário mínimo dos anos comparados era diferente. Alternativamente, a amostra foi ordenada de forma crescente em cinco partes (quintos), permitindo comparações entre os domicílios que se enquadravam, por exemplo, entre os 20% mais pobres (1º quinto de renda), ou entre os 20% mais ricos (5º quinto de renda).

(observações) são dispostos na linha, e as propriedades (variáveis) nas colunas, sofre uma fatoração, de forma que o primeiro fator corresponde à direção de maior variância do espaço multidimensional. O segundo fator também corresponde à direção de maior variância do espaço multidimensional, entretanto, em direção ortogonal ao primeiro. Os fatores subsequentes modelam sempre a direção de maior variância, não modelada pelos fatores anteriores, e são sempre ortogonais a todos eles (LYRA *et al.*, 2010).

Deste modo, a APC analisa toda a variância dos dados, pressupondo que não existe erro, e procurando agrupar as variáveis que se apresentaram mais fortemente correlacionadas nos fatores (componentes principais) (OLINTO, 2007).

Na APC, os componentes principais gerados são chamados de “autovetores” e, cada autovetor possui uma variância, chamada de “autovalor”.

Cada componente principal (autovetor) é definido pelo peso que as variáveis originais exercem sobre ele. Geometricamente, os pesos correspondem aos cossenos dos ângulos que as componentes principais fazem com as variáveis originais (LYRA *et al.*, 2010). A esses pesos dá-se o nome de cargas fatoriais, sendo o seu valor proporcional à sua contribuição para o componente em questão. As cargas fatoriais positivas (+) indicam associação direta da variável com o componente, enquanto as negativas (-), indicam que a variável está inversamente associada ao componente, (SICHERI; CASTRO; MOURA, 2003).

Em alguns casos, utiliza-se ainda uma rotação da matriz, a fim de se maximizar as cargas fatoriais maiores, e minimizar as menores, facilitando a interpretação. A APC permite, ainda, predizer escores, que são as projeções dos casos no espaço das componentes principais. Ou seja, os escores são variáveis latentes que indicam as novas coordenadas dos casos, no espaço multidimensional das variáveis.

Neste estudo, utilizou-se a APC para extrair componentes principais que representam padrões de aquisição de alimentos, aqui referidos por “padrões alimentares”. Empregou-se uma matriz 26 variáveis, contendo a quantidade em quilogramas dos grupos alimentares adquiridos pelos domicílios nos dois anos de inquérito.

Conforme já mencionado na seção 3.2, a amostragem complexa da POF foi desenhada de tal forma que pudesse cobrir as variações dos padrões de consumo ao longo de 12 meses, apesar de os registros de aquisição de alimentos terem compreendido o período de uma semana. O curto período de referência determina

que estimativas da POF devam ser calculadas a partir de agregados de família e não de famílias individuais (LEVY *et al.*, 2012), o que foi possível contemplar na análise descritiva dos dados, analisando-se agregados de famílias por macrorregiões, UF, área do domicílio e quintos de renda.

Entretanto, a APC é utilizada para extrair o padrão alimentar de cada observação, que no estudo seria o domicílio. Dessa forma, os componentes extraídos por APC a partir de dados de aquisição domiciliar de 7 dias poderiam não representar o verdadeiro perfil mensal de compras do domicílio. Além disso, os comandos para a APC no Stata® assumem que os casos foram selecionados por amostragem aleatória simples e não consideram os estratos e setores censitários. Por esses dois motivos, optou-se por converter a unidade de análise que originalmente seria o domicílio, para setor censitário. Para isso, os alimentos adquiridos em cada grupo alimentar foram somados por setor censitário, estrato e ano de inquérito. De igual modo foram calculadas as médias da pegada hídrica *per capita* e de seus componentes, e a média da renda mensal *per capita*.

Utilizou-se uma ponderação analítica (opção *aweight*), cujos pesos são inversamente proporcionais à variância das observações. Tipicamente, quando se utiliza essa opção, compreende-se que as observações representam médias, e que os pesos correspondem ao número de elementos que contribuíram para essas médias. Por isso, para expandir os valores médios do setor, considerou-se como variável de ponderação o seu tamanho, representado pelo número total de moradores por setor (calculado a partir da soma do número de moradores nos domicílios). A esta variável foi multiplicado o fator de correção descrito na seção 3.3.1, também calculado para o setor.

Para a análise exploratória foram mantidos os componentes (autovetores) com autovalores superiores a 1,0, de acordo com o critério de Kaiser e sua interpretabilidade (FLECK; BOURDEL, 1998; JOLLIFFE, 2002).

A adequação da amostra em relação ao grau de correlação parcial entre as variáveis foi estimada pelo teste Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), que assume valores entre 0 e 1, de tal forma que entre 0 e 0,49 a amostra é considerada inadequada para a análise, entre 0,50 a 0,59 ruim, entre 0,60 e 0,69 medíocre, entre 0,70 e 0,79 mediano, entre 0,80 e 0,89 bom, e entre 0,90 e 1 excelente (KAISER, 1974).

Foram consideradas representativas para o padrão as cargas fatoriais menores que -0,2 e maiores que 0,2.

Os escores centralizados, com média zero para os componentes, foram preditos, a fim de demonstrar a aderência do setor ao padrão alimentar correspondente. Assim, os escores mais elevados representam maior proximidade do setor com o padrão e vice-versa.

As distribuições de frequência dos escores para cada setor foram apresentadas de acordo com o ano de inquérito.

Os escores médios dos padrões alimentares foram descritos por macrorregião, área do domicílio e quintos de renda.

As variações observadas entre os anos foram testadas pelo teste t de *Student* para médias independentes, com nível de significância de 5%.

3.6.3 Predição dos efeitos dos padrões alimentares na pegada hídrica

Para investigar o efeito de se praticar cada padrão alimentar na pegada hídrica dos setores, os escores para os padrões alimentares foram utilizados como variáveis resposta em análise de regressão linear multivariada, com a PH *per capita* e seus componentes como variáveis desfecho.

O modelo foi ajustado para o log da renda *per capita*, área do domicílio (área urbana como categoria de referência) e macrorregião (região Norte como categoria de referência), sendo analisado separadamente por ano de inquérito. Foi considerado o nível de significância de 5%. A análise foi ponderada pelo peso analítico, considerando o tamanho do setor e o fator de correção para gastos fora do domicílio.

Uma síntese do fluxo analítico é apresentada na figura 6 (próxima página).

3.7 ASPECTOS ÉTICOS

Todas as bases de dados utilizadas neste estudo são de uso e acesso público, isentando a necessidade da aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde Pública da USP. Contudo, foram respeitados os aspectos éticos da pesquisa envolvendo seres humanos listados na resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012.

Figura 6 – Síntese do fluxo analítico do estudo.

4 RESULTADOS

A pegada hídrica média associada à produção dos alimentos adquiridos nos domicílios brasileiros foi de 2.651 m³ por ano *per capita* (EP $\pm$ 37,3 m³ por ano *per capita*), ao longo do ano de 2002-2003 e 2.446 m³ por ano *per capita* (EP $\pm$ 37,3 m³ por ano *per capita*) ao longo do ano de 2008-2009. Cerca de 91,4% desses valores, nos respectivos anos, corresponderam ao componente verde, 4,7% ao azul e 3,9% ao cinza.

4.1 PEGADA HÍDRICA SEGUNDO VARIÁVEIS SOCIODEMOGRÁFICAS

A figura 7 apresenta a PH média por ano *per capita* pelas macrorregiões e as contribuições relativas dos componentes verde, azul e cinza.

Figura 7 - Valores médios de pegada hídrica *per capita* total e componentes (m³ por ano *per capita*), associados à produção dos alimentos adquiridos nos domicílios brasileiros nos anos de 2002-2003 e 2008-2009.

As regiões N e S apresentaram valores de PH *per capita* superiores à média nacional em ambos os anos.

Todas as regiões apresentaram redução dos valores médios de PH *per capita* em 2008-2009, mas revelaram-se estatisticamente significativas apenas as observadas nas regiões NE e SE.

Observou-se diferenças importantes no perfil de PH *per capita* das áreas urbana e rural, conforme descreve a tabela 1 (próxima página).

Em 2002-2003 a PH *per capita* média da área urbana brasileira foi de 2.506 m³ (EP $\pm$ 34,0 m³), contra 3.362 m³ (EP $\pm$ 133,9 m³) da área rural. Em 2008-2009 observou-se uma redução de 4,31% na PH *per capita* da área urbana e de 19,98% na área rural. Tanto as variações entre as áreas urbana e rural, e os anos de inquérito revelaram-se estatisticamente relevantes.

Na área urbana, a região CO apresentou menor PH *per capita* média, enquanto a N obteve o maior valor. Já na área rural, a região NE destacou-se com a menor média de PH, e a região S com o maior valor.

A maior variação percentual significativa entre os dois inquéritos observada na área urbana foi na região NE (redução de 6,3%), e na área rural foi na SE (redução de 26,8%).

Entre os quintos de renda, as reduções da PH *per capita* na área urbana revelaram-se estatisticamente significantes apenas entre os mais pobres da região NE e no 4º quinto da região S. Houve um aumento significativo na PH *per capita* dos mais ricos da região CO. Na área rural observou-se redução significativa da PH *per capita* do 1º ao 3º quinto de renda da região NE, no 2º, 4º e 5º da região SE, no 1º e 3º da região S, e entre os mais pobres da região CO. Nos outros quintos de renda, as flutuações observadas não se mostraram importantes ao nível de significância de 0,05%.

Verificou-se ainda na tabela 1, uma tendência linear de aumento da PH *per capita* média em função da renda, que foi, posteriormente, confirmada pela regressão linear simples. O resultado da análise apontou que o incremento de 1% na renda *per capita* resultou em aumento de 0,21% na PH em 2003, e 0,28% em 2008 (p=0,000).

Tabela 1 – Pegada hídrica *per capita* média (m³ por ano *per capita*) da aquisição domiciliar de alimentos das Pesquisas de Orçamentos Familiares de 2002-2003 e 2008-2009, segundo macrorregião, área do domicílio e quintos de renda

Região	Área urbana						Área rural						Total					
	Pegada hídrica per capita anual média (m³)						Pegada hídrica per capita anual média (m³)						Pegada hídrica per capita anual média (m³)					
	2002-2003		2008-2009		Variação (%)	Valor de p ¹	2002-2003		2008-2009		Variação (%)	Valor de p ¹	2002-2003		2008-2009		Variação (%)	Valor de p ¹
	Média	95% IC	Média	95% IC			Média	95% IC	Média	95% IC			Média	95% IC	Média	95% IC		
Brasil	2506	2439 - 2572	2398	2330 - 2465	-4,3	0,00	3362	3100 - 3625	2691	2840 - 2465	-20,0	0,00	2651	2577 - 2724	2446	2384 - 2508	-7,7	0,00
N	2942	2763 - 3122	2900	2720 - 3079	-1,5	0,73	4123	3295 - 4951	3226	2784 - 2784	-21,8	0,06	3237	2990 - 3485	2989	2812 - 3167	-7,7	0,11
1º	2251	2034 - 2468	2174	1999 - 2348	-3,4	0,58	3097	2319 - 3876	2339	1799 - 2879	-24,5	0,12	2528	2233 - 2822	2236	2006 - 2466	-11,6	0,12
2º	3015	2730 - 3301	2775	2527 - 3022	-8,0	0,21	4824	3439 - 6208	3440	2701 - 4178	-28,7	0,08	3448	3057 - 3838	2942	2682 - 3201	-14,7	0,04
3º	3402	3045 - 3760	3191	2853 - 3528	-6,2	0,40	5329	4207 - 6452	4298	3507 - 5089	-19,3	0,14	3773	3412 - 4134	3416	3107 - 3726	-9,4	0,14
4º	3544	3087 - 4000	3568	3071 - 4065	0,7	0,95	7330	4931 - 9728	5429	4165 - 6694	-25,9	0,17	4139	3585 - 4692	3870	3397 - 4343	-6,5	0,47
5º	4110	3441 - 4779	4565	3940 - 5190	11,1	0,32	4263	3160 - 5365	7206	4358 - 10054	69,0	0,06	4123	3503 - 4744	4935	4280 - 5591	19,7	0,07
NE	2446	2362 - 2530	2318	2246 - 2389	-5,2	0,02	2706	2529 - 2882	2251	2066 - 2066	-16,8	0,00	2519	2440 - 2598	2300	2227 - 2372	-8,7	0,00
1º	1735	1655 - 1816	1547	1483 - 1612	-10,8	0,00	1992	1859 - 2125	1519	1413 - 1626	-23,7	0,00	1837	1764 - 1910	1537	1480 - 1594	-16,3	0,00
2º	2364	2237 - 2490	2205	2093 - 2317	-6,7	0,06	3464	3146 - 3783	2731	2470 - 2992	-21,2	0,00	2631	2502 - 2761	2332	2224 - 2439	-11,4	0,00
3º	2943	2704 - 3181	2701	2553 - 2850	-8,2	0,10	4461	3979 - 4943	3461	3051 - 3872	-22,4	0,00	3226	3008 - 3445	2850	2703 - 2996	-11,7	0,01
4º	3393	3118 - 3668	3574	3283 - 3864	5,3	0,37	5624	3976 - 7272	7302	4292 - 10312	29,8	0,34	3565	3278 - 3852	3995	3559 - 4431	12,1	0,11
5º	4109	3679 - 4538	3887	3548 - 4226	-5,4	0,43	11335	5311 - 17360	5500	3544 - 7457	-51,5	0,07	4403	3910 - 4895	3936	3600 - 4272	-10,6	0,12
SE	2414	2296 - 2532	2263	2137 - 2389	-6,3	0,10	3280	2543 - 4017	2402	2188 - 2188	-26,8	0,03	2490	2361 - 2619	2275	2159 - 2391	-8,6	0,02
1º	1433	1655 - 1646	1220	1086 - 1353	-14,9	0,09	1707	1292 - 2121	1411	1126 - 1696	-17,3	0,25	1485	1294 - 1677	1253	1131 - 1374	-15,7	0,04
2º	1727	1572 - 1883	1663	1528 - 1797	-3,7	0,54	2671	2161 - 3180	1840	1608 - 2073	-31,1	0,00	1847	1696 - 1999	1682	1559 - 1805	-8,9	0,10
3º	2943	1982 - 2424	2164	2553 - 2393	-26,5	0,81	2945	2441 - 3449	2828	2394 - 3262	-4,0	0,73	2262	2054 - 2470	2225	2014 - 2437	-1,6	0,81
4º	2658	2417 - 2899	2627	2393 - 2860	-1,2	0,86	6076	3674 - 8478	3547	2818 - 4277	-41,6	0,05	2839	2571 - 3107	2678	2453 - 2902	-5,7	0,37
5º	3667	3338 - 3997	3229	2922 - 3536	-12,0	0,06	9762	5411 - 14114	4956	3321 - 6591	-49,2	0,04	3810	3468 - 4152	3276	2974 - 3579	-14,0	0,02
S	2872	2717 - 3028	2805	2655 - 2955	-2,3	0,54	4753	3878 - 5627	4066	3582 - 3582	-14,5	0,18	3205	2985 - 3425	2999	2849 - 3148	-6,4	0,13
1º	1800	1540 - 2059	1764	1510 - 2017	-2,0	0,85	2298	1846 - 2750	1479	1173 - 1784	-35,7	0,00	1925	1700 - 2150	1700	1489 - 1911	-11,7	0,15
2º	2063	1875 - 2251	2008	1803 - 2212	-2,7	0,70	3643	3025 - 4261	3304	2695 - 3914	-9,3	0,44	2453	2226 - 2681	2241	2030 - 2452	-8,6	0,18
3º	2681	2420 - 2942	2737	2433 - 3042	2,1	0,78	5473	4460 - 6486	4153	3688 - 4619	-24,1	0,02	3185	2857 - 3513	2989	2726 - 3253	-6,1	0,36
4º	3561	3167 - 3956	3055	2814 - 3296	-14,2	0,03	7626	6246 - 9006	6025	4524 - 7526	-21,0	0,12	4110	3665 - 4556	3405	3115 - 3695	-17,1	0,01
5º	3906	3547 - 4266	4087	3702 - 4471	4,6	0,51	7266	4980 - 9552	7536	6018 - 9054	3,7	0,85	4118	3746 - 4489	4365	3986 - 4744	6,0	0,37
CO	2141	2043 - 2240	2233	2099 - 2367	4,3	0,28	3711	3195 - 4227	3017	2546 - 2546	-18,7	0,05	2328	2216 - 2439	2318	2187 - 2448	-0,4	0,91
1º	1499	1371 - 1626	1337	1207 - 1467	-10,8	0,08	2016	1678 - 2355	1410	1051 - 1768	-30,1	0,02	1572	1451 - 1692	1347	1224 - 1470	-14,3	0,01
2º	1867	1736 - 1999	1804	1644 - 1965	-3,4	0,55	3380	2807 - 3953	2775	2265 - 3285	-17,9	0,12	2092	1943 - 2241	1923	1767 - 2079	-8,1	0,13
3º	2316	2119 - 2514	2208	1994 - 2423	-4,7	0,47	3946	3089 - 4803	2935	2209 - 3660	-25,6	0,08	2495	2288 - 2701	2287	2079 - 2496	-8,3	0,17
4º	2546	2291 - 2800	2535	2246 - 2825	-0,4	0,96	6270	4890 - 7650	4394	3428 - 5359	-29,9	0,03	2894	2618 - 3170	2701	2423 - 2979	-6,7	0,34
5º	3120	2789 - 3452	3806	3270 - 4343	22,0	0,03	7907	5444 - 10371	7380	5078 - 9682	-6,7	0,76	3378	3031 - 3726	4011	3486 - 4535	18,7	0,05

¹teste t de *Student* para médias independentes aplicado para a variação de pegada hídrica *per capita* média observada entre os dois anos de inquérito.

A figura 8 descreve os valores médios de PH *per capita* por UF e ano.

Figura 8 - Valores médios de pegada hídrica *per capita* (m³) associados à produção dos alimentos adquiridos nos domicílios brasileiros em 2002-2003 e 2008-2009.

Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Pará, Rondônia e Piauí apresentaram valores de PH *per capita* superiores a 3.000 m³, em 2003. Em 2009 mantiveram-se acima desses valores apenas os três primeiros.

Amapá, Maranhão, Piauí, Ceará, Alagoas, Minas Gerais e Mato Grosso apresentaram redução estatisticamente relevante da PH *per capita* em 2009.

Embora Amazonas, Rio Grande do Norte, a Paraíba, Paraná e Distrito Federal tenham apresentado maior PH *per capita* em 2009, apenas o último apresentou aumento estatisticamente significativo.

4.2 CONTRIBUIÇÕES DOS GRUPOS DE ALIMENTOS À PEGADA HÍDRICA

A tabela 2 apresenta a variação da PH *per capita* média por grupo alimentar.

Tabela 2 – Variação percentual da PH *per capita* anual média por grupo alimentar adquirido nos domicílios das Pesquisas de Orçamentos Familiares entre os anos de 2002-2003 e 2008-2009, segundo macrorregião.

Grupo alimentar	N (%)	NE (%)	SE (%)	S (%)	CO (%)
Arroz	-8,3	9,7	-5,8	2,3	6,4
Outros cereais	-7,4	-15,6	-52,9*	-17,2	136,3
Tubérculos e raízes	6,3	0,0	-5,9	-16,7	5,9
Feijão	16,8	-7,4	-11,5	-5,5	6,4
Outras leguminosas	212,5*	24,6	32,3*	68,0*	100,0*
Panificados e farináceos	-3,7	-2,3	2,6	-3,4	21,7
Massas	34,6*	8,1*	15,2*	10,4*	11,9*
Oleaginosas e cocos	-34,1	15,1	3,0	37,4	56,0
Hortaliças frescas	0,0	5,0	16,7*	7,7	24,0*
Hortaliças processadas	33,3*	0,0	-54,5	20,0*	25,0*
Frutas frescas e secas	28,3*	29,8*	22,9*	3,1	34,2*
Sucos de frutas	33,3	23,1*	25,9	0,0	59,1*
Café e chá	22,9	11,2	-8,9	4,7	8,6
Refrigerantes	15,4*	13,0*	8,6	7,9	9,7
Bebidas alcoólicas	1,3	41,8*	30,5*	4,5	30,9
Laticínios	-4,8	-13,8*	-18,5*	-11,3	-25,8*
Gorduras animais	-26,3	2,0	-23,7*	37,6	38,3
Gorduras e óleos vegetais	8,3	13,7*	-1,6	1,8	1,5
Carnes vermelhas frescas	-2,1	6,6*	7,0	13,5*	7,2
Carnes de aves frescas	11,5*	12,3*	1,8	-0,5	10,1*
Peixes	27,3	0,0	-33,3	-15,4	0,0
Ovos	23,3*	104,5*	4700,0*	-12,3	38,6*
Carnes processadas	3,8	-6,0	8,2	14,4*	12,9
Análogos proteicos (soja)	100,0	208,9*	62,8*	129,7*	45,8
Doces e açúcar	14,3*	2,4	0,0	-4,5	1,8
Sal, especiarias	-18,1	4,3	5,0	8,9	60,0*

* $p < 0,05$ em teste t de *Student* para médias independentes para a variação de PH observada entre 2003 e 2009.

Os dados da tabela 2 se referem à PH *per capita* anual média por grupo alimentar adquirido pelos domicílios, indicando, em sua maioria, pouca variação entre os dois anos. Destacam-se as massas, hortaliças processadas, outras leguminosas, soja, ovos¹¹, frutas, refrigerantes, bebidas alcoólicas, carnes vermelhas e carnes de aves, que apresentaram aumento significativo da PH *per capita* em algumas regiões em 2009. Já os cereais, laticínios e gorduras animais apresentaram reduções significativa em algumas regiões.

As figuras 9 a 13 ilustram a contribuição relativa dos grupos de alimentos na pegada *per capita* anual média, segundo macrorregião, quintos de renda *per capita* e ano. No anexo 3 esses resultados são apresentados também por área do domicílio.

As carnes vermelhas frescas exerceram a maior contribuição relativa para a PH *per capita* em todas as regiões, anos e quintos de renda. As carnes processadas também receberam destaque, com proporções elevadas principalmente no N e NE.

A área rural da região SE sofreu importante impacto do arroz e outros cereais, e de feijão, principalmente sobre a PH *per capita* dos mais ricos. Nas outras regiões, e também na área urbana do SE observou-se fenômeno inverso, com menor contribuição desses grupos à PH conforme o aumento da renda.

Merecem destaque as contribuições relativas das oleaginosas e cocos para a PH *per capita* nos quintos de renda mais baixos da área rural do N. Bebidas alcoólicas também exerceram um importante aumento na contribuição relativa para a PH entre os mais ricos na região NE, em 2009.

Na região CO observou-se o impacto das gorduras de origem animal no 3º e 4º quintos da área rural, enquanto na área urbana a contribuição das gorduras de origem vegetal obteve maiores proporções nos mesmos quintos, em ambos os anos.

Peixes e ovos contribuíram minimamente à PH *per capita*. Observou-se, no entanto, um aumento da contribuição à PH dos análogos proteicos à base de soja na área urbana de todas as regiões, em 2009, embora maiores nas regiões SE e S.

Frutas contribuíram em menor proporção em todas as regiões, mas verificou-se uma tendência de maiores contribuições com o aumento da renda. Laticínios também apareceram menos, contribuindo mais na área rural do CO.

¹¹ A região SE apresentou uma variação bastante elevada quanto à PH de ovos (4.700% maior), que causou estranhamento, mas foi confirmada nos bancos de dados da POF, e deve-se à muito baixa aquisição deste grupo alimentar na região, em 2003.

Figura 9 - Contribuição relativa dos grupos de alimentos na pegada hídrica *per capita* anual média da região Norte, segundo quintos de renda e ano de inquérito.

Figura 10 - Contribuição relativa dos grupos de alimentos na pegada hídrica *per capita* anual média da região Nordeste, segundo quintos de renda e ano de inquérito.

Figura 11 - Contribuição relativa dos grupos de alimentos na pegada hídrica *per capita* anual média da região Sudeste, segundo quintos de renda e ano de inquérito.

Figura 12 - Contribuição relativa dos grupos de alimentos na pegada hídrica *per capita* anual média da região Sul, segundo quintos de renda e ano de inquérito.

Figura 13 - Contribuição relativa dos grupos de alimentos na pegada hídrica *per capita* anual média da região Centro-Oeste, segundo quintos de renda e ano de inquérito.

4.3 PADRÕES ALIMENTARES

A análise de principais componentes aplicada para identificar os perfis de aquisição domiciliar dos setores, aqui chamados de padrões alimentares, resultou em um total de vinte e seis componentes, dos quais foram retidos os seis primeiros, de acordo com o critério de Kaiser e com sua interpretabilidade, os quais explicaram 49,03% da variância observada. O valor do KMO foi 0,87, indicando boa adequação da amostra em relação ao grau de correlação parcial entre as variáveis. Optou-se por não utilizar nenhum procedimento de rotação pois as saturações dos componentes resultaram em perda de interpretabilidade. Os componentes foram nomeados como PA (padrão alimentar) e o número correspondente (PA1 a PA6).

Foi possível identificar que o PA1 é um padrão mais abrangente, explicando maior parte da variância, e contendo tubérculos e raízes, panificados e massas, frutas e hortaliças, óleos e gorduras vegetais, carnes vermelhas frescas e processadas, carnes de aves, e açúcares e doces. Este padrão foi o único a apresentar as carnes, com cargas fatoriais representativas, como fonte proteica animal.

Já o PA2 caracterizou-se por suas fontes proteicas principais à base de laticínios e ovos, não apresentando frutas e hortaliças, e incluindo o feijão. Observou-se que os sucos e os refrigerantes foram negativamente associados a este padrão.

O PA3 revelou-se mais restrito, contemplando apenas arroz, panificados e farináceos, oleaginosas, açúcares e doces e, como fonte proteica principal, os peixes. Tubérculos e raízes, hortaliças, bebidas alcoólicas e ovos apresentaram-se negativamente associados ao padrão.

O PA4 não apresentou fonte animal de proteínas, contemplando apenas cereais, leguminosas e óleos e gorduras vegetais e, diferentemente do P3, peixes e oleaginosas apresentaram-se negativamente associados ao padrão.

O PA5 destaca-se por demarcar apenas os peixes como fonte proteica animal, e por apresentar as carnes vermelhas frescas, as carnes de aves frescas e os análogos proteicos à base de soja, negativamente associados ao padrão. Por outro lado, hortaliças processadas e bebidas alcoólicas foram associadas positivamente apenas com este padrão.

Peixes, outros cereais, outras leguminosas, oleaginosas, frutas e sucos caracterizaram o PA6, destacando-se também por ser o único padrão a incluir cargas

positivas representativas dos análogos proteicos à base de soja. Nota-se neste padrão uma maior variedade de fontes proteicas de origem vegetal, em comparação com os outros padrões.

A tabela 3 apresenta os padrões alimentares com suas respectivas cargas fatoriais representativas, autovalores e percentual da variância explicada. O anexo 4 detalha a saída completa com as cargas fatoriais.

Tabela 3 – Padrões alimentares da população brasileira gerados por análise de principais componentes a partir de dados de aquisição domiciliar de alimentos das Pesquisas de Orçamentos Familiares de 2002-2003 e 2008-2009.

Grupo alimentar	Cargas fatoriais					
	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6
Arroz		0,2675	0,2516	0,2799		
Outros cereais		0,2944		0,3388		0,3486
Tubérculos e raízes	0,2257	0,2529	-0,2834	-0,2526		
Feijão		0,3416		0,2182		
Outras leguminosas				0,2559		0,2861
Panificados/farináceos	0,2845		0,2983			
Massas	0,2804					-0,2124
Oleaginosas/castanhas			0,2870	-0,4128		0,3869
Hortaliças frescas	0,2676		-0,2683			
Hortaliças processadas					0,3308	
Frutas	0,2243					0,2331
Sucos		-0,2702				0,2070
Café e chá					-0,5110	
Refrigerantes		-0,2685				
Bebidas alcoólicas			-0,2068		0,2208	
Laticínios		0,3574				
Gorduras animais		0,2569				
Óleos/gorduras vegetais	0,2899			0,2038		-0,2132
Carnes vermelhas frescas	0,2990				-0,2307	
Carnes de aves frescas	0,2800				-0,3219	
Peixes frescos			0,3726	-0,4047	0,2110	0,2555
Ovos		0,3203	-0,2897	-0,2840		
Carnes processadas	0,2737					
Análogos proteicos à base de soja					-0,2343	0,4838
Açúcares e doces	0,2942		0,2103			
Sal, condimentos e especiarias					0,4509	
Autovalores	5,4406	2,0856	1,6722	1,3246	1,1233	1,1013
% da variância	20,93	8,02	6,43	5,09	4,32	4,24
% da variância acumulada	20,93	28,95	35,38	40,47	44,79	49,03

4.4 DISTRIBUIÇÃO DOS PADRÕES ALIMENTARES SEGUNDO VARIÁVEIS SOCIODEMOGRÁFICAS

A distribuição dos escores preditos para os seis padrões retidos, segundo ano de inquérito, é apresentada em histogramas no anexo 5. Em suma, a distribuição de padrões entre os setores revelou que o PA1 apresentou maior prevalência de escores negativos, ainda maior em 2009, indicando uma tendência de redução de brasileiros praticando esse padrão. O PA2 indicou prevalências semelhantes entre escores positivos e negativos, em 2003, aumentando a prevalência de escores negativos em 2009 e diminuindo a de positivos, o que sugere a mesma tendência do PA1. O PA3 destacou-se como o padrão mais prevalente em 2003, mas assim como o PA1 e PA2, apresentou menor frequência em 2009. Maior parte dos escores para o PA4 revelou-se em torno da média zero, enquanto para o PA5 foram mais negativos. O PA6 apresentou prevalências equivalentes entre escores positivos e negativos em 2003, mas em 2009 a prevalência de escores positivos aumentou de forma expressiva, indicando maior aderência ao padrão.

As tabelas 4 e 5 apresentam os escores médios dos padrões alimentares por macrorregião e quintos de renda, nas áreas urbana e rural, respectivamente.

Os quintos de renda mais baixos da região Norte apresentaram maior aderência aos padrões PA3, em ambas as áreas urbana e rural. Na área rural observou-se, ainda, escores elevados para o PA1 em 2003, que reduziram de forma significativa em todos os quintos de renda em 2009. Assim, a região Norte caracterizou-se por um predomínio tanto de um padrão mais restrito a peixes e oleaginosas como fonte de proteínas (PA3), como por um padrão mais abrangente e rico em carnes vermelhas e processadas.

Em ambos os anos, na região Nordeste, os quintos mais baixos aderiram mais ao PA3 na área urbana, enquanto na área rural o mais aderido foi o PA2. Os quintos mais ricos obtiveram maiores escores para o PA1 em 2009 na área urbana. Já a área rural obteve escores negativos para o padrão neste ano, demonstrando maior aderência ao PA6.

Na região Sudeste, os três primeiros quintos de renda aderiram mais ao PA3 na área urbana, e ao PA2 na área rural, em 2003. Observou-se também uma tendência significativa de aumento da aderência ao PA5 em 2009 na área urbana, o

que resulta em um padrão de aquisição de alimentos menos variado em 2009, que conforme já descrito, é negativamente associado com as carnes vermelhas e de aves. Entre os mais ricos da área urbana, o PA5 obteve maior aderência em 2003, e o PA6 em 2009. Na área rural o PA1 obteve maiores escores. Verifica-se nessa região uma perceptível diferença entre as áreas urbanas e rural, uma vez que o padrão de aquisição com mais peixes e alimentos fontes de proteínas de origem vegetal é preferido pelos mais ricos da área urbana, enquanto na área rural, esse grupo tende a aderir mais fortemente ao padrão rico em carnes.

Na área rural da região Sul observou-se uma homogeneidade maior dos escores entre os quintos de renda, concentrando-se nos padrões PA1 e PA2 em ambos os anos, característicos de carnes vermelhas e de aves, laticínios e ovos. Já na área urbana observou-se uma variedade maior de padrões aderidos, como os PA2 e PA3, em 2003 entre os dois primeiros quintos de renda, e o PA5 nos quintos superiores. Em 2008 os escores mais elevados concentraram-se entre os PA5 e PA6, em todas as faixas de renda.

Na área urbana da região Centro-Oeste, em 2003, os quatro primeiros quintos de renda aderiram mais ao PA2, enquanto os mais ricos aderiram mais ao PA5. Em 2008 os perfis de adesão revelaram-se bastante variados, com aumentos significativos no 3º e 4º quinto de renda para o PA4, e no quinto mais rico para o PA6. Na área rural, observou-se comportamento semelhante dos quatro primeiros quintos de renda em 2003, mas escores superiores para o PA1 entre os mais ricos. Em 2009 observa-se também uma preferência pelo PA2, embora com reduções significativas nos escores para os três primeiros quintos de renda, sugerindo uma mudança no comportamento de compra em relação ao primeiro inquérito.

Em síntese, o PA1 apresentou maior aderência no 2º e 3º quintos de renda em 2003, passando a obter maiores escores entre o 4º e 5º quintos em 2009. O PA2, em geral, apresentou maior aderência no 1º e 2º quintos de renda em ambos os anos, enquanto o PA3 obteve escores superiores no 1º quinto de renda. Assim, os padrões PA2 e PA3 revelaram-se tipicamente padrões alimentares de classes mais baixas de renda. Os padrões PA4 e PA5 apontaram maior adesão no 4º e 5º quintos de renda, em ambos os anos. Por fim, o PA6 revelou maiores escores no 5º quinto de renda, expressando-se um padrão tipicamente de classes de renda mais altas, em ambos os anos.

Tabela 4 - Escore médio para os padrões alimentares gerados a partir de dados de aquisição domiciliar de alimentos das Pesquisas de Orçamentos Familiares de 2002-2003 e 2008-2009, segundo região e quintos de renda, da área urbana.

Região		Escore médio do padrão											
Quintos de renda <i>per capita</i>		2002-2003						2008-2009					
	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6	
Brasil		-0,06	-0,01	0,10	0,02	-0,08	-0,19	-0,25	-0,39*	-0,22*	0,04	-0,05	0,10*
N		0,47	-0,19	0,39	-0,19	-0,40	-0,25	0,59	-0,58*	0,01*	-0,06*	-0,34	-0,06*
	1º	-0,37	-0,02	0,76	-0,41	-0,24	-0,10	-0,36	-0,14	0,52*	-0,39	-0,41	-0,21
	2º	0,52	-0,09	0,77	-0,20	-0,38	-0,43	0,10	-0,21	0,27*	-0,13	-0,35	-0,22*
	3º	1,66	-0,15	0,46	-0,29	-0,81	-0,48	0,12*	-0,45	0,00*	0,00*	-0,39	0,01
	4º	-0,08	-0,27	0,10	-0,11	-0,52	-0,18	1,09*	-0,79*	-0,22*	0,04	-0,26	-0,07
	5º	-0,02	-0,46	-0,35	0,09	0,07	0,11	2,22*	-1,45*	-0,57	0,19	-0,30	0,26
NE		-0,07	0,09	0,26	-0,01	-0,24	-0,20	-0,36*	-0,26*	-0,09*	-0,05	-0,25	0,06*
	1º	-1,00	0,38	0,45	0,00	-0,08	-0,16	-1,34*	0,19*	0,17*	-0,12*	-0,22*	-0,07
	2º	-0,07	0,23	0,52	0,00	-0,33	-0,35	-0,63*	-0,01*	0,09*	-0,14*	-0,30	-0,12*
	3º	0,93	0,05	0,27	-0,10	-0,54	-0,39	-0,38*	-0,23	-0,11*	-0,09	-0,26	-0,01*
	4º	0,15	-0,12	0,04	0,06	-0,19	-0,14	0,49	-0,67*	-0,30	0,04	-0,34	0,15*
	5º	-0,06	-0,33	-0,31	0,00	-0,03	0,14	1,22*	-1,18*	-0,68*	0,18*	-0,15	0,58*
SE		0,12	-0,07	-0,08	0,18	0,18	-0,17	-0,68*	-0,38*	-0,37*	0,08*	0,16	0,24*
	1º	-0,21	0,37	0,70	0,22	-0,23	-0,41	-1,09	0,09	0,19*	0,00	0,32*	-0,27
	2º	-0,18	0,33	0,36	0,21	-0,03	-0,39	-1,31*	0,02*	-0,09*	-0,06*	0,16*	-0,07*
	3º	0,92	0,14	0,35	0,11	-0,19	-0,61	-1,14*	-0,06	-0,20*	-0,02	0,16*	-0,01*
	4º	0,01	-0,08	-0,15	0,10	0,18	-0,23	-0,48*	-0,43*	-0,36*	0,04	0,10	0,16*
	5º	-0,21	-0,48	-0,68	0,29	0,62	0,37	0,02	-0,95*	-0,84	0,31	0,17*	0,84*
S		-0,27	-0,09	-0,36	0,09	0,30	-0,12	-0,45	-0,48*	-0,44	0,16	0,25	0,18*
	1º	-0,75	0,48	0,27	0,03	0,07	-0,48	-1,29	0,01*	-0,19*	-0,03	0,29	-0,18*
	2º	-0,65	0,37	-0,04	-0,11	0,03	-0,42	-0,80	-0,07*	-0,15	0,04	0,10	-0,25
	3º	0,22	0,16	-0,08	0,05	0,33	-0,46	-0,61	-0,28*	-0,34	0,14	0,10	0,22*
	4º	-0,11	-0,03	-0,34	0,03	0,25	-0,21	-0,20	-0,51*	-0,37	0,13	0,28	0,00
	5º	-0,54	-0,40	-0,62	0,21	0,40	0,21	-0,36	-0,80*	-0,72	0,28	0,40	0,54*
CO		-0,83	0,11	-0,12	0,09	0,16	-0,18	-0,13*	-0,46*	-0,45*	0,25*	0,26	0,16*
	1º	-1,53	0,40	0,20	0,12	0,15	-0,32	-1,43	0,32	0,04*	0,07	0,04	-0,22
	2º	-0,53	0,14	0,12	0,06	-0,10	-0,39	-0,89	0,08	-0,09	0,06	0,18	-0,22
	3º	-0,93	0,26	-0,10	0,02	0,18	-0,19	-0,37	-0,23*	-0,30*	0,19*	0,20	-0,01*
	4º	-0,70	0,18	-0,11	0,07	0,17	-0,27	0,09	-0,49	-0,42*	0,24*	0,23	0,00*
	5º	-0,83	-0,23	-0,43	0,20	0,30	0,11	0,61	-1,11	-0,93*	0,47*	0,43	0,74*

*p<0,05 em teste t de *Student* para médias independentes aplicado para a variação observada entre os dois anos de inquérito para o escore médio para o padrão alimentar.

Tabela 5 - Escore médio para os padrões alimentares gerados a partir de dados de aquisição domiciliar de alimentos das Pesquisas de Orçamentos Familiares de 2002-2003 e 2008-2009, segundo região e quintos de renda, da área rural.

Região Quintos de renda <i>per</i> <i>capita</i>	Escore médio do padrão											
	2002-2003						2008-2009					
	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6
Brasil	1,88	1,92	0,79	-0,17	0,42	0,43	-0,02*	0,58*	0,08*	-0,20	0,33	0,00*
N	2,31	1,11	2,77	-1,46	0,72	1,29	0,42*	0,22*	1,09*	-0,98	0,37	0,25*
1 ^o	2,23	0,47	3,76	-2,71	1,10	1,80	0,45*	-0,06	1,95*	-1,56	0,54	0,48
2 ^o	2,61	2,07	1,72	0,45	0,17	1,22	0,06*	0,44	0,54*	-0,43	0,05	-0,08
3 ^o	2,71	1,95	1,38	0,14	0,38	-0,49	0,87*	0,67	-0,26*	-0,48	0,53	0,22
4 ^o	1,47	1,80	0,18	0,27	-0,62	-0,41	1,01	1,17	-0,43	0,24	-0,01*	0,16
5 ^o	1,72	-0,24	4,38	-4,92	3,01	2,82	0,10*	0,16	0,25	-0,20	-0,06*	-0,31
NE	0,89	1,77	1,04	0,56	0,12	0,18	-0,54*	0,70*	0,41*	0,14	0,08	-0,14
1 ^o	0,48	1,48	1,20	0,48	0,13	0,04	-0,74*	0,69*	0,38*	0,11*	0,05	-0,16
2 ^o	2,71	3,53	0,57	1,08	0,16	0,95	0,00*	0,61*	0,09	0,21	0,19	0,12
3 ^o	1,06	0,85	0,97	0,12	0,16	-0,28	1,36	1,31	1,38	0,37	0,18	-0,53
4 ^o	0,48	-0,02	0,04	0,00	-0,31	-0,25	-0,57*	-0,60*	-0,27*	1,21*	-0,41	1,78*
5 ^o	0,04	0,76	0,25	0,27	-0,27	0,16	-0,65	-0,15	0,39	-0,06	0,35*	0,42
SE	2,05	2,07	0,50	1,47	0,57	0,34	-0,33*	0,11*	-0,28*	0,24*	0,46	-0,01
1 ^o	-0,04	1,43	0,08	0,19	0,47	-0,48	-1,05*	0,86	0,07	0,26	0,31	-0,16*
2 ^o	1,52	3,02	2,36	2,67	-0,44	0,57	-1,18	0,36	0,05	0,11	0,37	-0,26
3 ^o	1,88	4,18	0,14	1,62	0,48	0,84	-0,58	0,17	-0,09	0,22	0,35	-0,13
4 ^o	2,96	2,30	0,96	1,72	0,68	0,51	0,10*	-0,23*	-0,56*	0,19*	0,31	0,42
5 ^o	2,54	-0,42	-0,57	1,03	1,16	-0,02	1,71	-0,53	-1,18	0,64	1,32	0,18
S	5,33	4,15	-3,51	-2,61	0,35	0,01	1,45*	1,21*	-1,57*	-0,63*	0,71*	-0,05
1 ^o	3,37	2,08	2,10	0,86	-0,17	-1,21	0,17	-0,09*	0,00*	0,04*	0,07	-0,52
2 ^o	7,78	7,81	-5,69	-4,96	0,41	-0,29	-0,20*	1,33*	-1,02*	-0,52*	0,33	-0,06
3 ^o	5,86	3,50	-4,20	-2,95	0,40	0,41	0,78*	0,90	-1,35	-0,63	0,35	0,01
4 ^o	4,18	2,82	-2,49	-1,57	0,30	0,00	2,79	1,82	-2,52	-1,05	1,07*	-0,04
5 ^o	2,13	1,34	-1,62	-0,39	0,48	0,31	2,18	1,18	-1,44	-0,28	1,25	-0,01
CO	1,07	2,16	-0,66	0,33	0,70	-0,30	-0,45*	0,89*	-0,43	0,01	0,42*	-0,01
1 ^o	-0,15	2,96	-0,36	0,29	0,51	0,27	-1,19	0,79*	-0,09	0,20	0,57	-0,04
2 ^o	1,50	3,66	-0,67	0,36	0,52	-0,66	-0,69*	1,13*	-0,68	-0,15	0,47	-0,19*
3 ^o	1,05	2,20	-0,78	-0,03	0,94	-0,63	-0,34*	0,34*	-0,19	0,11	0,40*	-0,16
4 ^o	1,17	2,20	-0,33	0,47	0,93	-0,62	-0,11	2,15	-1,16	-0,71	0,04*	0,33
5 ^o	1,17	0,38	-0,99	0,54	0,50	0,35	-0,01*	0,63	-0,22	0,43	0,51	0,27

*p<0,05 em teste t de *Student* para médias independentes aplicado para a variação observada entre os dois anos de inquérito para o escore médio para o padrão alimentar.

4.5 EFEITO DOS PADRÕES ALIMENTARES SOBRE A PEGADA HÍDRICA

Os dados da tabela 6 revelam as predições dos efeitos dos padrões alimentares na pegada hídrica e em seus componentes, empregando-se a análise de regressão linear multivariada. O modelo bruto explicou entre 21 e 33% da variância, enquanto o modelo ajustado explicou entre 26 a 41% da variância.

Na análise bruta, quase todos os padrões alimentares revelaram efeitos estatisticamente significantes, exceto o PA2 sobre a PH total, verde e azul. Já na análise ajustada, todos os PA indicaram efeitos relevantes ao nível de significância de 5%.

Observa-se nos dois anos de inquérito que, dentre os padrões alimentares, o PA1 exerceu o maior efeito sobre a PH total e em quase todos os seus componentes, exceto no azul, em 2003, conforme a análise ajustada pelas variáveis socioeconômicas. Os efeitos desse padrão foram maiores no segundo inquérito, indicando que um padrão mais rico em carnes vermelhas e processadas exerce um maior impacto nos recursos hídricos.

O PA2 exerceu o segundo maior impacto sobre a PH total e o componente azul apenas em 2009, segundo a análise ajustada.

O PA3 resultou no menor impacto de todos os padrões na análise ajustada, em 2009. Já em 2003, o menor impacto foi causado pelo PA5, exceto sobre o componente cinza. O PA5 aumentou substancialmente o efeito sobre todos os componentes em 2009.

O PA4 apresentou o maior efeito sobre o componente azul em 2009.

O PA6 apresentou o segundo menor efeito em 2009 sobre a PH total e verde, entretanto, aumentou o seu impacto sobre os componentes azul e cinza.

Todos os padrões, com exceção do PA6 revelaram efeitos maiores à PH em 2009. Tendência semelhante ocorreu com os componentes verde e cinza. No componente azul apenas o PA3 apresentou menor efeito em 2009.

De forma geral, em 2003 o PA1 revelou impactos elevados sobre a PH total, o PA4 e o PA6 impactaram moderadamente, e os PA2, PA3 e PA5 apontaram menores impactos. Em 2009, o PA1 se manteve como o maior impacto, mas o PA2 e o PA5 revelaram impactos moderados, e os padrões PA3, PA4 e PA6 exerceram menores impactos proporcionalmente aos outros padrões, embora ainda maiores que em 2003.

Tabela 6 – Efeito bruto e ajustado de 6 padrões alimentares brasileiros sobre a pegada hídrica *per capita* anual média e seus componentes (m³), segundo ano de inquérito. Pesquisas de orçamentos familiares, 2002-2003 e 2008-2009.

Indicador	Bruta								Ajustada ¹							
	2002-2003				2008-2009				2002-2003				2008-2009			
	R²	β (m³)	IC 95% (m³)	p	R²	β (m³)	IC 95% (m³)	p	R²	β (m³)	IC 95% (m³)	p	R²	β (m³)	IC 95% (m³)	p
Padrão alimentar																
PH total	0,28				0,31				0,34				0,37			
PA1		462,4	435,5 - 489,3	0,000		644,0	611,6 - 676,4	0,000		438,3	411,6 - 465,1	0,000		595,3	562,5 - 628,2	0,000
PA2		13,9	-28,0 - 55,8	0,516		255,7	187,5 - 323,9	0,000		141,7	95,8 - 187,5	0,000		375,0	304,0 - 446,1	0,000
PA3		-73,6	-116,9 - -30,2	0,001		-114,5	-187,8 - -41,1	0,002		125,9	78,5 - 173,2	0,000		159,9	83,8 - 236,0	0,000
PA4		281,5	236,7 - 326,2	0,000		250,0	153,1 - 346,9	0,000		198,9	154,4 - 243,4	0,000		260,8	166,8 - 354,8	0,000
PA5		133,4	78,3 - 188,6	0,000		414,2	344,8 - 483,6	0,000		80,8	26,2 - 135,3	0,004		304,8	234,9 - 374,6	0,000
PA6		428,1	367,5 - 488,8	0,000		287,0	210,4 - 363,5	0,000		286,2	225,9 - 346,5	0,000		200,2	125,4 - 275,0	0,000
PH verde	0,28				0,30				0,34				0,36			
PA1		420,9	396,4 - 445,4	0,000		585,3	555,6 - 615,0	0,000		399,3	375,0 - 423,7	0,000		540,3	510,0 - 570,5	0,000
PA2		9,9	-28,3 - 48,1	0,612		212,4	149,9 - 275,0	0,000		125,0	83,2 - 166,8	0,000		317,4	252,0 - 382,8	0,000
PA3		-69,7	-109,2 - -30,2	0,001		-111,3	-178,6 - -44,0	0,001		108,3	65,2 - 151,5	0,000		131,2	61,2 - 201,2	0,000
PA4		239,0	198,2 - 279,8	0,000		188,0	99,2 - 276,9	0,000		166,5	125,9 - 207,0	0,000		200,5	114,0 - 287,0	0,000
PA5		105,8	55,6 - 156,0	0,000		344,1	280,4 - 407,8	0,000		59,5	9,7 - 109,3	0,019		246,6	182,3 - 310,8	0,000
PA6		374,0	318,7 - 429,3	0,000		230,3	160,1 - 300,5	0,000		246,4	191,5 - 301,4	0,000		153,0	84,2 - 221,8	0,000
PH azul	0,21				0,30				0,26				0,36			
PA1		22,0	20,2 - 23,9	0,000		31,2	29,3 - 33,1	0,000		20,6	18,7 - 22,4	0,000		29,0	27,0 - 30,9	0,000
PA2		0,9	-2,0 - 3,8	0,541		23,9	19,9 - 27,9	0,000		7,3	4,1 - 10,5	0,000		30,6	26,5 - 34,8	0,000
PA3		-1,8	-4,8 - 1,1	0,224		-7,4	-11,7 - -3,1	0,001		10,3	7,0 - 13,6	0,000		9,5	5,0 - 13,9	0,000
PA4		25,2	22,1 - 28,3	0,000		35,7	30,0 - 41,4	0,000		19,7	16,6 - 22,7	0,000		34,7	29,2 - 40,2	0,000
PA5		11,6	7,8 - 15,4	0,000		37,6	33,5 - 41,7	0,000		7,2	3,4 - 11,0	0,000		30,7	26,6 - 34,8	0,000
PA6		30,4	26,2 - 34,5	0,000		29,2	24,7 - 33,7	0,000		22,4	18,2 - 26,6	0,000		23,6	19,3 - 28,0	0,000
PH cinza	0,33				0,33				0,40				0,41			
PA1		19,5	18,3 - 20,7	0,000		27,6	26,1 - 29,1	0,000		18,4	17,3 - 19,6	0,000		26,2	24,7 - 27,7	0,000
PA2		3,2	1,3 - 5,0	0,001		19,4	16,3 - 22,5	0,000		9,4	7,4 - 11,4	0,000		27,0	23,8 - 30,1	0,000
PA3		-2,0	-3,9 - -0,1	0,043		4,6	1,3 - 7,9	0,007		7,3	5,2 - 9,4	0,000		19,5	16,2 - 22,9	0,000
PA4		17,2	15,2 - 19,1	0,000		25,8	21,4 - 30,2	0,000		12,7	10,7 - 14,6	0,000		25,1	20,9 - 29,2	0,000
PA5		16,2	13,8 - 18,6	0,000		32,8	29,6 - 35,9	0,000		14,1	11,7 - 16,5	0,000		27,8	24,7 - 30,9	0,000
PA6		23,8	21,2 - 26,5	0,000		27,9	24,4 - 31,3	0,000		17,4	14,8 - 20,0	0,000		23,8	20,5 - 27,2	0,000

¹ Ajuste por renda *per capita*, área do domicílio e macrorregião.

5 DISCUSSÃO

A PH *per capita* média anual associada à produção dos alimentos adquiridos nos domicílios brasileiros passou de 2.651 m³, em 2003, para 2.446 m³ em 2009, dos quais 91,4% desses valores corresponderam ao componente verde, 4,7% ao azul e 3,9% ao cinza. Apesar da redução observada entre os dois anos, apenas as regiões NE e SE reduziram a PH significativamente. As áreas rurais apresentaram as maiores reduções na PH. As regiões N e S ainda apresentaram valores de PH superiores à média nacional, em ambos os anos, e os estados Amazonas, Rio Grande do Norte, a Paraíba, Paraná e Distrito Federal apresentaram aumento na PH no segundo ano de inquérito. Esses resultados serão discutidos nas seções 5.1, que irá comparar os valores achados com outros estudos da literatura e ponderar sobre a validade dessas comparações. A seção 5.2 irá introduzir também algumas reflexões acerca dos valores de PH encontrados nas macrorregiões e as pressões que as bacias hidrográficas dessas regiões vêm sofrendo, em uma breve discussão acerca da sustentabilidade da pegada hídrica.

A renda apresentou associação positiva com a PH nos dois anos de inquérito, contudo, com maior efeito em 2009. Esse achado será discutido com maior profundidade na seção 5.3, que irá situar o contexto político e social em que se estabeleceram os dois inquéritos domiciliares utilizados neste estudo, e apontar as consequências das mudanças nesse cenário sobre a PH associada à aquisição de alimentos pelos domicílios brasileiros.

Os alimentos que apresentaram aumentos na contribuição à PH, em 2009, foram, principalmente, as massas, os vegetais processados, as outras leguminosas, os análogos à base de soja, os ovos, as frutas, os refrigerantes, as bebidas alcoólicas, e as carnes vermelhas frescas e processadas. Serão discutidos na seção 5.4 os diferentes impactos desses alimentos sobre a PH, ponderando-se as diferenças observadas entre as variáveis sociodemográficas. Neste capítulo também são apontadas as tendências de mudanças nos padrões alimentares entre os dois anos, e os efeitos dessas mudanças sobre a PH. Em suma, observou-se tendências de aumento da aderência aos padrões PA1 e PA6, que são bastante distintos, sendo o PA1 mais fortemente caracterizado por carnes frescas e processadas, e o PA6 por

peixes e alimentos vegetais fontes de proteínas, como leguminosas, oleaginosas, e da presença dos análogos proteicos à base de soja enquanto um marcador de possíveis dietas vegetarianas. Discute-se nesta seção o potencial do PA6 enquanto um padrão alimentar que se aproxima mais das recomendações de alguns guias alimentares que buscam equilibrar requerimentos nutricionais e menores impactos ambientais.

Por outro lado, são discutidas na seção 5.5 as repercussões de uma preferência dos brasileiros por um padrão mais rico em carnes como o PA1, que também apresentou tendência de aumento, possivelmente devido à melhoria do poder de compra dos domicílios frente às transformações sociais que elevaram a renda dos brasileiros na primeira década do século XXI. O capítulo aborda as influências que um país tradicionalmente pecuarista exerce sobre os padrões alimentares da população e apresenta as evidências sobre as consequências da demanda aumentada por carnes, ressaltando os desafios em se propor recomendações alimentares que envolvam a moderação das carnes.

Diante dos achados, a seção 5.6 sugere algumas perspectivas de ação visando a redução da PH, apontando o papel de consumidores, empresas, produtores de alimentos e governos na mitigação dos impactos sobre os recursos hídricos.

E, por fim, a seção 5.7 apresenta as principais limitações do presente estudo, apontando alguns tópicos a se considerar na interpretação dos achados, mas reconhecendo as contribuições positivas do estudo quanto às pressões exercidas pelos padrões alimentares atuais sobre o meio ambiente.

5.1 PONDERANDO COMPARAÇÕES DOS RESULTADOS DE PEGADA HÍDRICA

O presente estudo utilizou a abordagem *bottom up* para calcular a pegada hídrica *per capita* média a partir de dados oriundos de pesquisas de orçamentos familiares. Essa forma de analisar a PH tem se mostrado ainda incipiente na literatura. Em geral, os estudos têm usado dados oriundos das folhas de balanço de alimentos da FAO, e estimado o valor do *per capita* em relação à população total da região no ano de análise.

As folhas de balanço reúnem as quantidades de commodities alimentícias disponíveis ao consumo da população no período de um ano. Os cálculos são refeitos anualmente, para todos os países, a partir de dados de produção interna e comércio de alimentos de origem agropecuária e pesqueira, incluindo informações quanto ao total de sementes plantadas por hectare (*seed rate*), desperdício, estoques, e tipos de utilização (alimentação humana, alimentação animal, processamento e outros) (FAO, 2001). São geralmente utilizadas em estudos ecológicos, para comparar a disponibilidade *per capita* de alimentos, energia e nutrientes entre países.

Conforme destaca Andrade (2010), a utilização das folhas de balanços de alimentos permite identificar tendências no perfil de consumo alimentar da população, orientando as políticas públicas. Entretanto, apresentam limitações, uma vez que alguns componentes do cálculo apresentam imprecisões, como por exemplo o desperdício, que pode ocorrer em diversos processos do ciclo de vida de um produto (ANDRADE, 2010). Além disso, por consistirem em dados agregados, não permitem identificar os fatores associados ao consumo alimentar, tais como a renda, escolaridade, gênero, entre outros.

Assim, as análises empregadas neste trabalho apresentam um diferencial importante, à medida em que foram utilizados dados originários de pesquisas de orçamentos domiciliares, examinando, com melhor refinamento, as variações observadas em função das variáveis socioeconômicas e demográficas. Além disso, o *per capita* foi estabelecido a partir do total de moradores nos domicílios, favorecendo análises mais realistas dos dados.

Apesar do diferencial deste estudo, os aspectos supracitados também dificultam as comparações com a literatura, já que apenas alguns estudos até o momento avaliaram dados de pesquisas de orçamentos domiciliares. Conforme alerta Martins (2014), as comparações da PH com outros estudos devem ser evitadas, a menos que todas as variáveis usadas nos cálculos sejam as mesmas.

A título de ilustração de comparações ineficazes, os valores médios nacionais de PH *per capita*, de 2.651 m³ em 2003 e 2.446 m³ em 2009, encontrados no presente estudo, são superiores aos valores estimados em 2011 pela WFN, para o período entre 1996 a 2005, que correspondem a 2.044 m³ ao ano¹². Num primeiro momento,

¹² (5.600 litros ao dia, vezes 365 dias - Valor extraído da ferramenta interativa online no site da Water Footprint Network: <http://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/national-water-footprint-explorer/>)

os valores não parecem tão distantes dos observados, entretanto, os cálculos da WFN contabilizam também o consumo de produtos industrializados de consumo não-alimentar e o uso direto de água pelos domicílios, que correspondem a 4,7% e 3,8%, respectivamente (MEKONNEN; HOEKSTRA, 2011b, p. 26). Dessa forma, apenas 91,5% desse valor corresponde à parcela analisada no presente estudo, isto é, 1.870 m³.

Contudo, afirmar que o valor encontrado de PH *per capita* dos consumidores brasileiros foi percentualmente maior que o valor da WFN seria uma falácia, à medida em que não se está comparando dados sob as mesmas bases de informações. Dois principais fatores estão associados a isso: a origem dessemelhante dos dados (POFs no presente estudo vs. folhas de balanços de alimentos nos cálculos da WFN), e diferenças nos alimentos computados. O presente estudo contabilizou mais alimentos, como os peixes e crustáceos, cujos valores vieram a ser estabelecidos apenas em 2015; refrigerantes, que vêm demonstrado crescente participação no orçamento das famílias; além de outros alimentos que, ainda que não tivessem valores estabelecidos, foram atribuídos os valores médios dos grupos aos quais pertenciam, conforme descrito na seção 3.5.

Os valores obtidos poderiam ser comparados com os dois estudos que analisaram a PH por inquéritos domiciliares, conforme citados na seção 1.3. Contudo, o estudo de Saez-Almendros *et al.* também não contabilizou os mesmos alimentos, como por exemplo, os peixes, que segundo os autores, foi o grupo alimentar que mais contribuiu na dieta da população espanhola em termos de energia (SAEZ-ALMENDROS *et al.*, 2013). Os autores encontraram um valor de PH *per capita* média extremamente baixo, em torno de 300 m³ ao ano. Germani *et al.* (2014) obtiveram valores *per capita* mais realistas, em torno de 2.392 m³ ao ano, mas, por utilizarem apenas dados de referência da WFN de 2011, também não incorporaram peixes e refrigerantes nos cálculos, e não elucidam o destino dos alimentos sem informação de PH até aquele momento.

Mesmo a comparação com o único estudo brasileiro que avaliou o consumo alimentar publicado até o momento torna-se equívoca. Os resultados do estudo com a população de Caicó (RN) descrevem a PH de consumidores vegetarianos variando entre 844 m³ e 1.809 m³, conforme a renda, e de 839 a 3.554 m³ para os não-vegetarianos (MARACAJÁ; SILVA; NETO, 2013; SILVA *et al.*, 2013). Apesar de esses valores aproximarem-se dos valores obtidos no presente estudo, novamente ressalta-

se a ausência de detalhamento da metodologia empregada pelo estudo potiguar, acrescentando-se, ainda, que o mesmo não utilizou dados de pesquisas domiciliares, e sim, ao que parece, de ingestão alimentar.

Diante do exposto, considera-se mais apropriado que as discussões dos desfechos obtidos a partir das análises deste trabalho sejam direcionadas à compreensão dos fatores associados a tais desfechos, nos diferentes grupos populacionais e anos estudados, centralizando as comparações internamente ao estudo.

5.2 REFLEXÕES ACERCA DA SUSTENTABILIDADE DA PEGADA HÍDRICA NACIONAL

Dados do Banco Mundial indicam que cada indivíduo da população brasileira contava com 29.969 m³ de água para consumo anual em 2007, caindo para 27.470 m³ em 2014 (THE WORLD BANK, 2016a). Conforme Mekonnen e Hoekstra (2011b, p.26) verificaram, 91,5% da PH é atribuída ao consumo de produtos da agricultura e pecuária, em maior parte destinados à alimentação. Assim, estariam disponíveis para a alimentação cerca de 27.421 m³ de água, por pessoa, em 2007.

Em geral, os países da América Latina oferecem uma grande disponibilidade de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, como o Peru e o Colômbia, por exemplo, que em 2014 ofertavam 52.981 m³ e 44.883 m³ de água, respectivamente, por pessoa. Entretanto, em outros países a realidade é muito inferior a esses valores, como é o caso da China (2.061 m³/pessoa) e da Índia (1.116 m³/pessoa), por exemplo. Alguns países desenvolvidos também apresentam oferta hídrica bastante inferiores à brasileira, como os Estados Unidos (8.838 m³), Japão (3.382 m³), França (3.020 m³), Reino Unido (2.246 m³), Alemanha (1.321 m³), Holanda (652 m³) e Emirados Árabes (17 m³) (THE WORLD BANK, 2016a).

Os resultados deste estudo apontaram que os maiores valores médios de PH *per capita* foram encontrados nas regiões Norte e Sul (acima de 2.500 m³ *per capita*). Contudo, analisando-se os dados estratificados pela renda, observa-se que os mais ricos apresentam hábitos de consumo alimentar que demandam valores de água

exorbitantes, em todas as regiões, e esses valores podem chegar a até 11.000 m³ anuais por pessoa.

Apesar de, aparentemente, esses valores serem menores do que a disponibilidade nacional de 27.421 m³ *per capita*, de acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), há de se considerar que o Brasil possui grandes diferenças entre suas regiões hidrográficas no que diz respeito à oferta e demanda de água (IPEA; MP-SPI, 2014), e isso pode acarretar forte pressão em regiões com oferta de água mais crítica.

Cerca de 80% da disponibilidade hídrica brasileira concentra-se na região amazônica, que também apresenta o menor contingente populacional do país (IPEA; MP-SPI, 2014). Por esses motivos, a despeito da elevada PH *per capita* observada na região Norte, aproximadamente 90% das bacias hidrográficas da região ainda se mantêm em balanço hídrico confortável. Por outro lado, outras bacias hidrográficas localizadas em áreas caracterizadas pela combinação de baixa disponibilidade e grande número de usuários, enfrentam escassez e estresse hídrico. É o caso das bacias da região semiárida do Nordeste, que apresentam baixa disponibilidade hídrica; do Atlântico Sudeste, por conta da alta demanda para abastecimento urbano e industrial; e do Uruguai e Atlântico Sul, em decorrência da elevada necessidade de água para as atividades agroindustriais (ANA, 2016; IPEA; MP-SPI, 2014).

Não se pretende aqui fazer uma análise detalhada da sustentabilidade da PH, mas sim, sugerir reflexões quanto às contribuições da alimentação para as demandas consuntivas de água, já que mesmo nas bacias onde o balanço hídrico é reconhecidamente mais confortável, a proporção de rios nessa situação vem reduzindo com o passar dos anos (IPEA; MP-SPI, 2014, p. 109).

Vale ressaltar que os cálculos da PH realizados nesse estudo não foram controlados pela origem dos produtos adquiridos pelos domicílios, porque essa informação foi pouco explorada pelas Pesquisas de Orçamentos Familiares e também pelas dificuldades relacionadas à rastreabilidade dos produtos. Por isso, para contextualizar adequadamente os valores encontrados com as bacias hidrográficas da região seria necessário que 100% dos produtos adquiridos na região fossem produzidos na própria região. Para isso, seriam necessários mais dados e cálculos mais refinados para se contabilizar o impacto real do consumo local sobre a disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica correspondente.

5.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A REDUÇÃO DA POBREZA E SEUS EFEITOS NA PEGADA HÍDRICA

Os resultados deste estudo evidenciam a marcante tendência de aumento da PH *per capita* com o incremento da renda, em ambas as áreas urbana e rural das cinco macrorregiões. Esse fenômeno foi observado nos dois inquéritos, apresentando efeito ainda maior em 2009, de acordo com os resultados da regressão linear.

Dessa forma, identificou-se que os padrões de consumo associados à alimentação no Brasil são mais deletérios aos recursos hídricos, tanto maior é o poder de compra das pessoas.

Tal afirmação ganha destaque neste trabalho, uma vez que importantes mudanças no cenário político e econômico aconteceram no Brasil na primeira década do século XXI. Dados do Banco Mundial indicam a redução da desigualdade nesse período, estimada pelo índice de Gini¹³, que caiu de 59,3% para 53,9% entre 2001 e 2009.

Observou-se crescimento da renda domiciliar *per capita* em todas as faixas de renda no período que compreende os anos de 2003 e 2009, em proporções maiores entre os mais pobres. Dados do Ipea revelaram que a renda per capita cresceu em torno de 12,9% entre os 20% mais pobres nesse período, enquanto entre os 20% mais ricos, o crescimento se deu na faixa dos 7,4%, o que enfatiza a atenuação da desigualdade (IPEA, 2010).

No contexto dos Objetivos do Milênio, o primeiro deles pretendia reduzir, até o ano de 2015, a pobreza extrema, e a fome, à metade do observado no ano de 1990. O percentual da população que vivia com até US\$ 3,10 ao dia diminuiu de 25,8% em 2001, para 13,5% em 2009, enquanto a proporção de indivíduos que viviam com até US\$ 1,90 ao dia passou de 13,6% em 2001, para 6,2% em 2009¹⁴ (THE WORLD BANK, 2016b). Nesse cenário, a meta de redução da pobreza extrema à metade foi atingida em 2002, compreendendo um quinto do valor inicial, em 2008. Do mesmo modo, a redução da fome, avaliada a partir da prevalência de crianças menores de 5 anos com peso abaixo do esperado para a idade, atingiu um quarto do valor inicial em

¹³ O índice de Gini mede o grau de concentração de renda da população, apontando a diferença entre os rendimentos dos mais pobres e dos mais ricos dessa população. O valor zero representa a situação de igualdade, em que todos da população têm a mesma renda, e o valor 100% está no extremo oposto, em total situação de desigualdade em que apenas uma pessoa detém toda a riqueza.

¹⁴ em termos de paridade de poder de compra de 2011.

2006, tendo sido considerada estatisticamente erradicada em nível nacional (IPEA, 2010; IPEA; MP-SPI, 2014). Evidentemente, desagregando-se os dados ainda se encontravam grupos com maiores prevalências em ambos os indicadores, mas a tendência de melhoria das condições de vida da população foi constatada em todos os setores.

Nessa década o Brasil passou da 74^a, para a 73^a colocação no ranking do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) (PNUD, 2000, 2010). Embora o país já tivesse apresentado valores maiores em períodos anteriores ao ano 2000, o IDH aumentou de 0,649 para 0,699, entre 2000 e 2010. Esse contexto levou o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) a constatar que as perdas de pontuação, quando IDH brasileiro era ajustado à desigualdade, caíram de 31% para 28,5% entre 2000 e 2005, diminuindo três pontos percentuais na saúde, e dois pontos percentuais na educação e no rendimento (PNUD, 2010).

Nesse período o país também experimentou a redução da inflação anual, de 7,0% em 2000, para 4,9% em 2009, assim como do desemprego, de 9,5% para 8,3%, nos mesmos anos (THE WORLD BANK, 2016c, 2016d).

Diversos autores analisam essas evidências quanto às melhorias nas condições de vida da população brasileira na primeira década do século XXI como resultado de um conjunto de políticas de proteção e promoção social. O primeiro caso se caracteriza por políticas de solidariedade, que garantem os direitos imediatos dos mais pobres e vulneráveis, enquanto o segundo se estabelece por meio da adoção de estratégias que possibilitem a inserção dos indivíduos no mercado e que produzam igualdade de oportunidades (IPEA, 2010).

Existe um amplo debate em torno dos tipos de proteção social que foram implementados em diferentes contextos nesse período. Segundo Azevedo e Burlandy (2010), as críticas recaem sobre intervenções específicas, pontuais e de curto prazo, focalizadas no alívio imediato da pobreza, em detrimento de um sistema de defesa e garantia de direitos universais, ou de políticas que conjugassem ações focais e universais, de médio e longo prazo.

Embora não seja o objetivo do presente estudo aprofundar esse debate, as intervenções que priorizaram o combate da pobreza e da fome, operacionalizadas na primeira década do século XXI, devem ser mencionadas, posto que podem vir a esclarecer parte dos resultados encontrados em relação à evolução dos padrões de consumo alimentar da população.

De acordo com Vaitsman *et al.* (2009), ainda no governo Fernando Henrique Cardoso (FHC), após a aprovação pelo Congresso Nacional do Fundo do Combate e Erradicação da Pobreza, foram lançados, em 2001, os primeiros programas federais de transferência condicionada de renda (PTCR), por três ministérios: Bolsa Escola, do Ministério da Educação; Bolsa Alimentação, do Ministério da Saúde; e o Auxílio-Gás, do Ministério de Minas e Energia. Os PTCR enquadram-se no conceito de proteção social, tendo como pressuposto o fato de que a reprodução da pobreza se deve à falta de investimento nas capacidades dos indivíduos, e envolvem estratégias de prevenção, enfrentamento e suavização da pobreza (DUARTE; SAMPAIO; SAMPAIO, 2009).

O início do governo Luis Inácio Lula da Silva foi marcado pelo lançamento da estratégia Fome Zero. De acordo com Santos *et al.* (2011), nesse período, o Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (Consea), extinto na gestão anterior, foi restabelecido, e o Ministério Extraordinário de Segurança Alimentar e Combate à Fome (MESA) foi criado, implantando um novo programa de transferência de renda, o Programa Nacional de Acesso à Alimentação - Cartão Alimentação, que devia ser utilizado exclusivamente para a compra de alimentos.

Este programa, em conjunto com o Bolsa Escola, Bolsa Alimentação e Auxílio-Gás, deu origem ao Programa Bolsa-Família (PBF), sendo os benefícios pagos em um cartão de saque, o que concedeu às famílias, autonomia quanto ao destino dos gastos. O PBF unificado passou a ser responsabilidade do Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome, a partir de 2004. Entre 2000 e 2007, há um crescimento contínuo dos recursos investidos nos programas sociais, como o Programa de Erradicação do Trabalho Infantil, o Benefício de Prestação Continuada e o Agente Jovem, quadruplicando a execução orçamentária dos programas de transferência de renda (VAITSMAN; ANDRADE; FARIAS, 2009). Com isso, passaram a uma gestão unificada as tradicionais ações da assistência social, os PTCR e as ações de segurança alimentar e nutricional que se encontravam dispersas e fragmentadas até então, racionalizando a gestão e viabilizando sua expansão nacional (VAITSMAN; ANDRADE; FARIAS, 2009).

Em julho de 2006 o PBF alcançou a meta de 100% das famílias abaixo da linha da pobreza estabelecida para a elegibilidade ao programa, atingindo uma cobertura de 11,1 milhões de famílias (VAITSMAN; ANDRADE; FARIAS, 2009). Atualmente são elegíveis as famílias com renda por pessoa de até R\$ 77,00 mensais, ou famílias com

renda entre R\$ 77,00 e R\$ 154,00, desde que tenham crianças ou adolescentes de 0 a 17 anos em sua composição. Os benefícios variam dependendo da renda e da composição familiar, e as condicionalidades incluem a frequência escolar mensal de, pelo menos, 85% para as crianças e adolescentes de 6 a 15 anos, e de 75% para jovens de 16 e 17 anos; o cumprimento do calendário vacinal das crianças menores de 7 anos e acompanhamento de seu crescimento pelas unidades básicas de saúde; e o pré-natal e comparecimento das gestantes às consultas nas unidades de saúde (MDS, 2016).

Algumas mudanças favoráveis desde a implementação do PBF têm sido observadas em termos de progressão escolar, desnutrição aguda e crônica, peso ao nascer, dentre outras (BRASIL, 2013). Recentemente um trabalho de Rasella *et al.* (2013) foi publicado na Lancet, evidenciando a importante contribuição do programa para a redução da mortalidade infantil no país, principalmente por causas associadas à pobreza, como desnutrição e diarreia.

Em relação à alimentação, Camelo *et al.* (2009) identificaram que o PBF eleva em 7,4 pontos percentuais a probabilidade de os domicílios estarem em situação de segurança alimentar, medida pela Escala Brasileira de Segurança Alimentar (EBIA). Análises conduzidas Duarte *et al.* (2009) identificaram, ainda, que 88% do valor médio recebido por famílias beneficiárias do programa na região Nordeste era destinado à compra de alimentos, no ano de 2005.

Um estudo com 5.000 domicílios brasileiros, realizado em 2007 pelo Ministério do Desenvolvimento Social, avaliou as percepções das famílias beneficiárias ao PBF quanto às mudanças em sua alimentação após a entrada no programa (LIGNANI *et al.*, 2011). Os resultados evidenciaram que o aumento dos gastos com alimentos permeou todos os grupos alimentares, mas se refletiu em maiores proporções sobre os cereais (74%), as carnes e os alimentos processados (57%), o feijão e os laticínios (54%), e o açúcar (52%). Café, gorduras, doces, refrigerantes e hortaliças apresentaram percepções de aumento em torno de 40 a 49%, enquanto frutas, ovos, raízes e tubérculos resultaram em proporções de aumento entre 25 e 38%.

As autoras do estudo supracitado argumentam que o aumento observado no consumo de alimentos com elevada densidade energética, como açúcar, doces, alimentos processados e refrigerantes, é similar às tendências verificadas na população brasileira como um todo para o período. Entretanto, alertam que esse consumo foi mais elevado à medida em que a dependência do programa aumentava

(estimada a partir da razão entre o valor do benefício recebido em relação à renda total da família). Concluem, portanto, a necessidade de que os programas de transferência de renda incorporem ações de promoção da alimentação adequada e saudável (LIGNANI *et al.*, 2011).

Em face desse cenário político onde se situaram os dois inquéritos domiciliares analisados pelo presente estudo, torna-se fundamental considerar a influência das políticas de proteção social sobre o consumo alimentar das famílias no período e, conseqüentemente, sobre a pegada hídrica associada a esse consumo.

Os achados apresentados na seção 4.1 apontaram para um incremento na PH em torno de 0,28% em 2009 em função do aumento de 1% na renda *per capita*. Dessa forma, pode-se sugerir que as contribuições das políticas sociais em direção à redução da pobreza na primeira década do século XXI, tenderam a refletir em aumentos na PH da ordem de 3,6% entre os 20% mais pobres, e de 2,1% entre os mais ricos¹⁵. Notoriamente, essa estimativa requer maiores análises específicas, mas ratifica a hipótese de que, se por um lado as melhorias nas condições socioeconômicas das pessoas são extremamente positivas sob diversos aspectos, por outro podem exercer um impacto negativo nos recursos hídricos no futuro, se mantidos os padrões de consumo atuais.

Mediante os valores médios de PH encontrados entre os mais ricos, que atingiram valores de até 11.000 m³ por pessoa, ressalta-se ainda que os padrões de consumo praticados por esse grupo populacional requerem especial atenção. Com efeito, dadas as proporções de aumento da renda *per capita* entre os 20% mais pobres e os 20% mais ricos citadas previamente, se o consumo se der em direção aos padrões atuais praticados pelos mais ricos, impactos ainda mais elevados sobre o meio ambiente serão gerados se não forem implementadas estratégias de intervenção em prol de um consumo mais consciente e sustentável de toda a população.

Algumas dessas estratégias são propostas na seção 5.6 e contemplam ações que perpassam diversos atores sociais e setores, reconhecendo que os padrões alimentares e os hábitos de consumo da população são influenciados por inúmeros determinantes sociais, culturais, econômicos e ambientais, e não exclusivamente por uma decisão individual.

¹⁵ Considerando os dados do Ipea que indicaram aumento de médio de 12,9% na renda *per capita* dos 20% mais pobres entre 2003 e 2009 e de 7,4% entre os 20% mais ricos, no mesmo período (IPEA, 2010, p. 31).

5.4 EFEITOS DO COMPORTAMENTO ALIMENTAR SOBRE A PEGADA HÍDRICA

Os resultados das análises sinalizaram a redução da pegada hídrica nacional associada à aquisição domiciliar de alimentos, comparando o inquérito de 2009 com o de 2003. Embora essa variação tenha se apresentado relevante do ponto de vista estatístico, algumas considerações sobre esse resultado devem ser mencionadas, a fim de que as interpretações sejam devidamente ponderadas.

De acordo com o IBGE, a proporção de despesas com alimentação, em relação ao total de despesas dos domicílios, vem sofrendo queda ao longo dos anos. Os gastos das famílias com alimentação atingiam cerca de 33% do total de gastos em 1975, caindo para 21% em 2003, e para 20% em 2009, observando-se reduções mais expressivas na área rural. Em contrapartida a participação relativa dos gastos com habitação, transporte e assistência à saúde aumentou consideravelmente no período, tanto na área urbana, como na rural. Dessa forma, pode-se sugerir que a necessidade de se gastar mais com habitação, transporte e saúde tenha deslocado os gastos das famílias com alimentação, contribuindo para a diminuição da pegada hídrica associada aos alimentos.

Os achados desse estudo apontam, ainda, para uma PH *per capita* mais elevada na área rural em todas as macrorregiões, também com expressiva redução no ano de 2009. Diante disso, é conveniente levar em conta o papel do consumo alimentar fora do domicílio, não analisado neste estudo em termos de contribuição em quilogramas. Conforme Bezerra *et al.* (2013) evidenciaram, o consumo fora do domicílio tende a ser maior nas áreas urbanas, e este fator também pode ter contribuído aos menores valores de PH dentro dos domicílios urbanos em relação aos domicílios da área rural.

Apesar desses dois fenômenos associados ao comportamento das despesas com alimentação, o presente estudo buscou diminuir o viés de informação, incorporando um fator de correção para os gastos dentro e fora do domicílio (detalhado na seção 3.3.1), e estratificando os resultados pelas variáveis sociodemográficas.

Nesse contexto, embora os valores de PH agregados indiquem redução, quando estratificados evidenciaram que na área urbana, exceto pelo primeiro quinto

mais pobre do Nordeste, a PH não sofreu variações significativas, nem para menos, nem para mais. Na área rural as reduções na PH revelaram-se um pouco mais expressivas, mantendo-se estável apenas a região Norte.

Os relatórios oficiais das POFs indicam que, em 2009, houve uma redução na aquisição de uma grande maioria de alimentos, como arroz, feijão, hortaliças, farináceos, laticínios, açúcares, doces, sal, condimentos, óleos, gorduras, peixes e vísceras animais. Por outro lado, alimentos como refrigerantes, cerveja, ovos, frutas e carne bovina revelaram aumentos nas aquisições em relação a 2003 (IBGE, 2011). Isso indica que, embora as pessoas estejam gastando menos com alimentação em geral, e consumindo mais fora do domicílio, alguns alimentos ainda vêm contribuindo em maior quantidade com as refeições dentro do domicílio. Observou-se, ainda, que a preferência por refrigerantes, cervejas, ovos, frutas e carnes bovinas apresentou tendência linear de maior aquisição conforme a renda.

Os aumentos na participação dos alimentos nas compras das famílias podem exercer diferentes contribuições à sua PH *per capita*. Isso porque os impactos dependem tanto da quantidade comprada, quanto das PH dos próprios alimentos. Por exemplo, o aumento na aquisição de frutas pelas famílias em 2009 foi quantitativamente superior ao aumento na aquisição da carne bovina, conforme demonstrado pelo IBGE (2011). Entretanto, a produção de carne bovina demanda em torno de 8 vezes mais água do que a produção das frutas. Isso explica as baixas contribuições relativas das frutas para a PH *per capita* das famílias, e, por outro lado, as elevadas contribuições das carnes vermelhas frescas em todas as regiões e quintos de renda, que foram, também, superiores às contribuições de todos os outros grupos alimentares.

Se a tendência de aumento nas aquisições de carnes vermelhas permanecer constante na população e, considerando que esse aumento tem associação positiva com a renda, pode-se inferir que as aspirações das famílias num cenário de redução da pobreza e aumento de renda, discutidas na seção anterior, tenderão a aumentar os impactos desse comportamento sobre os recursos hídricos futuros.

Daí a importância de se analisar comportamentos alimentares, e não somente alimentos, de forma individual, já que a combinação dos alimentos que compõem o hábito alimentar pode abranger alimentos com pegadas hídricas baixas, moderadas e médias, que se traduzem em maior ou menor impacto sobre a PH dos domicílios.

Alguns padrões alimentares identificados foram associados com menores efeitos à PH. Entretanto, como é o caso do PA3, é apropriado ressaltar que, por apresentar maior adesão por grupos populacionais de baixa renda, revelaram que a baixa PH pode ser atribuída mais à reduzida disponibilidade de alimentos nos domicílios, do que a escolhas conscientes por alimentos mais sustentáveis, que demandam menos água.

Outros, apresentaram efeitos moderados à PH, como o PA2 e o PA5, mas com perfis e impactos completamente distintos. O PA2 caracterizou-se por mais variedades de alimentos de origem animal, como laticínios, gorduras animais e ovos, e com maior adesão entre os mais pobres e entre as classes de renda intermediárias, sendo praticado, predominantemente, nas áreas rurais. Já o PA5 caracterizou-se mais por um padrão praticado entre alguns setores mais ricos das áreas urbanas, contendo menor variedade de alimentos, e destacando-se por vegetais processados, bebidas alcoólicas sal e condimentos. Isto posto, por apresentar mais alimentos oriundos de atividades pecuárias, o PA2 exerce efeitos maiores sobre o componente verde, demandando maior volume de água sob a forma de precipitação. Já o PA5, abrange mais alimentos oriundos de processos da indústria de alimentos, contribuindo com maiores efeitos para o componente azul e, principalmente, para o cinza. Deste modo, há de se considerar o papel de padrões que convergem para escolhas de produtos com altos níveis de processamento, que tendem a ser mais deletérios aos recursos hídricos do que aqueles que possuem mais alimentos de origem pecuária, mas utilizando-os em sua forma mais in natura.

A evolução do comportamento nos setores mais ricos tendeu a mais dois caminhos divergentes, ora indicando maior aderência ao PA1, ora ao PA6. O PA1 caracterizou-se por contemplar tubérculos e raízes, farináceos, hortaliças, frutas, carnes vermelhas e carnes processadas. Já o PA6 sugere um padrão que se aproxima da concepção de mais “saudável”, abrangendo outros cereais e leguminosas, castanhas e sementes oleaginosas, frutas e peixes, e introduzindo, os “análogos proteicos à base de soja”. A esses análogos correspondem alimentos como tofu, proteína de soja, “leite” de soja, e outros produtos à base de algum desses três componentes, que geralmente são adquiridos por pessoas que adotam uma dieta vegetariana. Ainda que os vegetarianos venham reduzindo o consumo de produtos à base de soja devido a questões que envolvem transgenia e ultraprocessamento,

optou-se por separá-los do grupo das leguminosas, por se caracterizarem como um possível marcador desse tipo de padrão alimentar.

Vale lembrar que a análise de principais componentes avaliou o padrão de consumo dos setores censitários, e não de pessoas, ou de domicílios isolados, e como tal, não se pode afirmar que haveriam setores completamente vegetarianos, ou pesco-vegetarianos, já que o padrão inclui os peixes. Entretanto, se estes alimentos foram adquiridos juntamente com outros alimentos fontes de proteínas de origem vegetal, como variedades de cereais e leguminosas, e castanhas, podem indicar uma preferência por esses tipos de padrão alimentar, e esta preferência foi detectada pela análise. Além disso, embora com cargas fatoriais pouco representativas, as carnes vermelhas e de aves se apresentaram negativamente associadas ao padrão, indicando a possibilidade de que, de fato, este padrão não contempla o consumo de carnes.

Nesse contexto, de acordo com os resultados da regressão multivariada, os domicílios dos setores mais ricos, que aderiram mais ao PA6 em 2009, impactaram os recursos hídricos 3 vezes menos que aqueles que aderiram mais ao PA1 no mesmo ano. Em relação aos componentes, os impactos do PA6, em comparação com o PA1, foram 3,5 vezes menores no verde, 1,2 vezes menores no azul e 1,1 vezes menor no cinza.

Apesar dessas vantagens, não se pode desprezar o fato de o PA6 ter sido praticado, principalmente, pelos setores mais ricos da população, o que impõe algumas limitações quanto a propor que as pessoas passem a praticar esse padrão, deliberadamente, a fim de diminuir seus impactos sobre os recursos hídricos. Por outro lado, aumentos discretos em 2009 foram observados mesmo sobre os quintos de renda mais baixos, principalmente nas áreas urbanas, indicando uma possibilidade futura de que, com a melhoria do poder de compra das pessoas, mesmo os mais pobres possam vir a praticar esse padrão.

Esses achados vão ao encontro do que a literatura sobre dietas sustentáveis tem indicado, buscando sugerir comportamentos alimentares que atendem, concomitantemente, aos requerimentos nutricionais e aos menores impactos possíveis sobre o meio ambiente, sendo, ainda, acessíveis à população como um todo.

Macdiarmid *et al.* (2012) publicaram os primeiros estudos que mensuraram a sustentabilidade das dietas no Reino Unido, buscando equilibrar todos esses

aspectos, mas utilizando a pegada de carbono como indicador. O Reino Unido possui um dos bancos de dados mais completos em termos de emissões de GEE do mundo e, utilizando-se desses valores, os autores desenvolveram um modelo matemático de dieta ideal para a população local. Os resultados revelaram que uma dieta contendo 2 vezes menos carnes vermelhas e processadas do que a população do Reino Unido vinha consumindo, 1,4 vezes mais peixes, e 1,7 vezes mais frutas e hortaliças (em quilogramas), poderia reduzir as emissões de GEE em 36%, sem alterar o custo médio que a população já destinava à alimentação. A vantagem desse modelo é que ele atende aos requerimentos nutricionais, sem impactar na acessibilidade, nem demasiadamente no hábito alimentar das pessoas, já não exclui nenhum grupo alimentar, aconselhando apenas alguns remanejamentos.

Os estudos de Macdiarmid e sua equipe deram origem ao projeto *LiveWell Plate for Low Impact Food in Europe*, já mencionados neste trabalho, expandindo-se para outros países europeus, como França, Espanha e Suécia, até o presente momento. Análises similares foram empregadas por Wilson *et al.* (2013) aplicadas à população da Nova Zelândia, incluindo ainda nos modelos, variáveis que consideram a redução do desperdício de alimentos e a prevenção de doenças cardiovasculares e câncer. A maioria dessas recomendações são baseadas nos impactos das emissões de GEE, mas como sugerem um menor consumo de produtos advindos da pecuária, acabam, também, por contribuir com impactos reduzidos aos recursos hídricos.

As recomendações da pirâmide dupla do Barilla Center for Food & Nutrition, publicadas em 2015, já incorporam os indicadores pegada hídrica e pegada ecológica em sua abordagem de dietas mais sustentáveis, além da pegada de carbono (BCFN, 2015). É oportuno destacar um ponto importante da pirâmide dupla que a diferencia das outras recomendações já mencionadas: os peixes são alocados logo abaixo da carne bovina, como alimentos de elevados impactos ambientais. Isso porque, embora esse grupo alimentar exerça menores pressões sobre os recursos hídricos e sobre as emissões de carbono, têm apresentado elevado impacto na pegada ecológica.

A pegada ecológica dos peixes está associada com a pressão humana sobre os ecossistemas aquáticos, e com a capacidade de regeneração das diferentes espécies frente ao volume de pesca, seja ela por extrativismo ou por aquicultura (GALLI *et al.*, 2012). De acordo com a ONU, cerca de 75% dos estoques globais de peixes já estão sendo superexplorados (UNEP, 2007, p. 164). Dados da GFN indicam que em 2007, 4% da pegada ecológica global eram atribuídos às áreas destinadas à

pesca, e no Brasil esses valores subiam para 5,5% (GFN, 2010). Mesmo assim, o Brasil ainda possui menores valores de pegada ecológica atribuída à pesca, comparando com países como Noruega, Portugal, Japão e Espanha (GFN, 2010).

Por essas razões, apesar de diversas organizações recomendarem consumir ou evitar alguns tipos de alimentos para se atingir dietas mais sustentáveis, e do presente trabalho sugerir um padrão alimentar com menores impactos aos recursos hídricos, há de se considerar, sempre, que a sustentabilidade da dieta vai depender, também e, sobretudo, das formas de produção desses alimentos.

Alimentos orgânicos e de base agroecológica, sejam eles de origem vegetal ou animal, promovem o uso sustentável dos recursos naturais, são livres de contaminantes, protegem a biodiversidade, contribuem para a desconcentração das terras produtivas, favorecem a economia local e a geração de empregos, e ainda, respeitam e aperfeiçoam saberes e formas de produção culturalmente tradicionais (BRASIL, 2014a). Por conseguinte, o atual Guia Alimentar para a População Brasileira acrescenta às recomendações que, quanto mais as pessoas buscarem por alimentos orgânicos e de base agroecológica, mais próximos estaremos de um sistema alimentar socialmente e ambientalmente sustentável (BRASIL, 2014a).

5.5 REPERCUSSÕES DE UM PAÍS PECUARISTA SOBRE O AMBIENTE, A SAÚDE E A SOCIEDADE

Atualmente, a maioria das publicações acerca da sustentabilidade dos padrões alimentares recomendam a redução do consumo de carnes, principalmente vermelhas e processadas (BCFN, 2015; BRASIL, 2014a; CARVALHO, 2013a; GERMANI, 2014; MACDIARMID, 2012; SABATÉ, 2016). Entretanto, essas publicações têm focalizado as dimensões saúde e meio ambiente, abordando muito pouco os aspectos sociais e culturais que envolvem as decisões das pessoas em torno dos seus hábitos alimentares.

Em algumas sociedades, a carne faz parte de um padrão alimentar tradicional e dominante, exercendo significados culturais e até simbólicos ou emocionais. Apesar de as pessoas consumirem-na, essencialmente, devido ao seu elevado valor nutricional, existem outros valores que já foram reportados associados ao seu

consumo, tais como o prazer, a identidade pessoal, a demonstração do status socioeconômico e, até mesmo, como uma questão de gênero, enquanto expressão de masculinidade (MACDIARMID; DOUGLAS; CAMPBELL, 2016).

É de se esperar que em países com forte tradição pecuarista encontrem-se padrões alimentares que convergem para o seu elevado consumo pela população. O contrário, contudo, geralmente, não acontece. Conforme evidenciado por Macdiarmid *et al.* (2016), com frequência as pessoas apresentam a percepção de que os seus comportamentos alimentares têm muito pouco poder de influenciar a produção e a comercialização de alimentos e, muito menos, de reduzir os impactos sobre o meio ambiente.

Como resultado de todos esses fatores, a demanda por carne tem se revelado cada vez maior, apresentando consequências sobre a saúde das pessoas, ao meio ambiente, e à sociedade. A seguir serão aprofundadas algumas dessas evidências. Dados da divisão estatística da FAO revelam que a produção mundial de carne dobrou no período entre 1980 e 2013. A pecuária ocupa hoje mais de 30% da superfície da terra, seja diretamente, através das áreas de pastagem, ou indiretamente, com a produção de grãos e ração para alimentar o gado (FAO, 2006).

O Brasil, terceiro maior produtor mundial de carne, atrás apenas da China e dos Estados Unidos, também segue essa tendência de aumento, cuja produção anual de carne passou de 15 milhões de toneladas para 23 milhões, na primeira década do século XXI, e segue crescendo ano após ano (FAO, 2016a). O país é hoje o décimo maior exportador de produtos agropecuários e foi o segundo maior exportador de carne na primeira década do século XXI (FAO, 2016b). A exportação de carne cresceu da ordem de 1,9 milhões de dólares em 2000 para 13 milhões em 2010 (FAO, 2016b).

Fortes evidências na literatura têm apontado para os riscos do consumo excessivo das carnes à saúde, principalmente as vermelhas e processadas. Doenças cardiovasculares, infarto agudo do miocárdio, diabetes, obesidade, além de alguns tipos de câncer, como os de cólon, reto, pulmão, fígado, esôfago e próstata, são os principais desfechos associados ao consumo exagerado desses alimentos (CROSS *et al.*, 2007; KALUZA; WOLK; LARSSON, 2012; MA; CHAPMAN, 2009; MICHA; WALLACE; MOZAFFARIAN, 2010; WANG; BEYDOUN, 2009). Algumas razões para os desfechos citados já foram elucidadas, tais como os altos teores de gorduras saturadas e colesterol, a densidade energética elevada, a produção de compostos carcinogênicos durante o cozimento a elevadas temperaturas (ex.: aminas

heterocíclicas, hidrocarbonetos poliaromáticos), os nitritos e nitratos usados na conservação de carnes processadas, além de um recente mecanismo identificado, sugerindo que a conversão da L-carnitina presente nas carnes, pelas bactérias da microbiota intestinal, gera um composto com potencial de favorecer a deposição de colesterol nas artérias (CROSS *et al.*, 2007; MURPHY *et al.*, 2013). Além desses fatores, Carvalho *et al.* (2013a) destacam que o consumo excessivo de carnes é negativamente associado à qualidade geral da dieta, sendo acompanhado pelo aumento da ingestão de gorduras, açúcares, bebidas alcoólicas e açucaradas, em detrimento de hortaliças, frutas, grãos integrais e peixes.

Em relação ao meio ambiente, além da elevada demanda por água, conforme este trabalho identificou, a pecuária ainda exerce efeitos substanciais sobre a biodiversidade e a degradação do solo, além de contribuir de forma significativa para as mudanças climáticas (FAO, 2006).

O cerrado brasileiro, que assim como a Amazônia já foi uma importante fonte de biodiversidade, hoje apresenta mais da metade de sua área utilizada para atividades agropecuárias, estando entre as principais regiões produtoras de carne e soja do mundo (FAO, 2006). O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA) monitora os biomas brasileiros por satélite, revelando que até o ano de 2008 o pampa gaúcho também já perdeu 54% da sua cobertura vegetal nativa (IBAMA, 2016). Segundo o Ministério do Meio Ambiente, desde a colonização ibérica, a pecuária extensiva sobre os campos nativos dos pampas tem sido a principal atividade econômica da região, mas a progressiva introdução das monoculturas para alimentação do gado e das pastagens com espécies exóticas, tem levado a uma rápida degradação e descaracterização das paisagens naturais desse bioma (MMA, 2016a). O Pantanal também tem sido impactado pelas atividades pecuárias, especialmente nas áreas de planalto, mas por apresentar mais esforços de proteção ambiental, apresentou um menor percentual de áreas desmatadas em 2008, em torno de 15% (IBAMA, 2016; MMA, 2016b). Rivero *et al.* (2009) alertam ainda para o avanço da pecuária sobre a região amazônica, destacando que o setor apresentou, entre os anos 2000 e 2005, uma taxa média de crescimento de 7% na região, ao passo que no resto do Brasil, essa taxa ficou em torno de 1%. Os autores afirmam que a pecuária é a atividade que vem apresentado a maior associação com o desmatamento na Amazônia.

Nesse contexto, paisagens inteiras vêm sendo modificadas para abrigar o setor, destruindo e fragmentando os ecossistemas que são habitats de inúmeras espécies. Além de diretamente interferir sobre a fauna e a flora, os habitats fragmentados ainda isolam populações, estreitando as capacidades genéticas das espécies e tornando-as mais vulneráveis à extinção (FAO, 2006).

A demanda aumentada por carne no Brasil e no mundo resultou em uma inabilidade dos recursos tradicionais para suprir a alimentação dos animais, levando ao avanço de estratégias que garantissem mais eficiência alimentar, isto é, o ganho de peso mais rápido dos animais, utilizando-se o menor teor possível de alimentos. A fim de atender a essa necessidade, as monoculturas de cereais e leguminosas, cresceram rapidamente nas últimas décadas (FAO, 2006). De acordo com Zimmermann (2011), o emprego das monoculturas é amplamente prejudicial ao solo, acarretando desequilíbrios ambientais devido ao desgaste e empobrecimento nutricional decorrentes da produção contínua de uma mesma planta. Como consequência, utilizam-se fertilizantes químicos, na tentativa de manter ou recuperar a produtividade do solo, além de pesticidas, já que a uniformização das culturas tende a favorecer o aparecimento de pragas. Essas atividades são altamente poluidoras do solo, a água e o ar, colocando em risco, ainda, a saúde dos trabalhadores rurais, conforme conclui a mais recente versão do Dossiê ABRASCO (2015). Somado a isso, a biotecnologia vem contribuindo com o desenvolvimento de modificações genéticas sobre as sementes utilizadas nas monoculturas, principalmente de milho e soja, na tentativa de reparar os problemas causados pelas tecnologias agroquímicas anteriores, e de aumentar a produtividade (ZIMMERMANN, 2011). Alguns problemas associados ao emprego de sementes geneticamente modificadas são citados por Camara *et al.* (2009), que pondera o cenário de incertezas quanto à biossegurança e aos seus impactos à saúde e ao meio ambiente. Os autores ainda mencionam a questão da monopolização dessas sementes por um pequeno número de multinacionais do ramo da biotecnologia, o que torna os agricultores dependentes dessas empresas.

É reconhecido também os impactos do manejo dos dejetos dos animais e dos resíduos gerados com o processo de abate, que de acordo com Shuck e Ribeiro (2015), são ricos em matéria orgânica, resíduos de hormônios e antibióticos, e encontrados de forma recorrente como contaminantes das águas subterrâneas, superficiais e encanadas. Esses contaminantes vêm sendo associados a

complicações endócrinas e reprodutivas de espécies aquáticas e ao desenvolvimento de cepas bacterianas resistentes a antibióticos (FAO, 2006).

Vale ressaltar que a fermentação entérica dos animais herbívoros ruminantes e a decomposição dos dejetos desses animais emite volumes bastante elevados de gases de efeito estufa. De acordo com as últimas estimativas de emissões de GEE do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, o setor agropecuário contribuiu com 20% das emissões de CO₂eq em 2005, passando para 37% em 2012. Isso significa que as emissões do setor excederam as emissões de todos os outros setores, até mesmo o de energia, caracterizado pela queima de combustíveis fósseis e por emissões da indústria de petróleo, gás e carvão mineral (BRASIL, 2014b).

Nesse cenário, um incontável número de estudos vem sendo publicado nos últimos anos, explorando a contribuição da pecuária e das demandas alimentares contemporâneas para o aquecimento global e as mudanças climáticas (CARVALHO *et al.*, 2013a, 2013b; FAO, 2006; MACDIARMID *et al.*, 2012; MACDIARMID; DOUGLAS; CAMPBELL, 2016; MILLWARD; GARNETT, 2010; SCARBOROUGH *et al.*, 2014; TARA GARNETT, 2008).

Recentemente a FAO publicou uma detalhada análise dos impactos das mudanças climáticas sobre segurança alimentar e nutricional, apontando que o aumento da temperatura, a acidificação dos oceanos, o aumento do nível dos mares e das precipitações, a escassez de água e a degradação dos solos, que são as consequências conhecidas das mudanças climáticas, modificarão a produção de alimentos em nível global. Mudanças na oferta de alimentos, refletirão em flutuações de preços e, conseqüentemente, na economia. Tais fenômenos colocam em risco famílias cuja renda advém da produção de alimentos no campo, e comprometem o poder de compra de todas as pessoas, principalmente das que já se encontram em vulnerabilidade social. Dessa maneira, as quatro dimensões da SAN serão impactadas com as mudanças climáticas, a disponibilidade de alimentos, o acesso, a utilização e a estabilidade (FAO, 2016c).

Em capítulo do Dossiê ABRASCO, Santos (2015, p. 201) discorre que, ademais de todos os fatores supracitados, o agronegócio no Brasil ainda tem consequências sociais importantes, salientando a grilagem de terras dos povos tradicionais e das terras de reforma agrária, e a violência contra lideranças e populações que habitam nesses territórios, como indígenas, quilombolas e pequenos agricultores familiares, buscando defender seus direitos e modos de vida. Enfatiza, ainda, a força política do

agronegócio, que repercute em força econômica, de que são exemplos os generosos financiamentos que a bancada ruralista recebe, além da impunidade sobre a violência que provoca no campo, sempre que alguém se põe em seu caminho. O documentário *Cowspiracy: O Segredo da Sustentabilidade* aprofundou esse debate, evidenciando a influência do setor, até mesmo sobre reconhecidas organizações ambientais (ANDERSEN; KUHN, 2014).

Diversos aspectos ainda podem ser explorados e aprofundados em relação a este tema, de tal forma que ele não se esgota aqui. Contudo, os tópicos expostos evidenciam que modificar hábitos alimentares de consumidores brasileiros e propor intervenções que visem modificar esse cenário, num país tradicionalmente pecuarista, tornam-se grandes desafios e podem ser alvo de forte relutância, não apenas por parte de consumidores, mas também de produtores, pecuaristas, indústrias de alimentos, e do governo.

Mesmo assim, a seção seguinte irá mencionar algumas contribuições dos achados deste estudo e das reflexões realizadas até o momento, para cenários nacionais mais sustentáveis.

5.6 PERSPECTIVAS FUTURAS: CONTRIBUIÇÕES DOS ACHADOS PARA NOVOS CENÁRIOS

Diante dos resultados apresentados e das reflexões propostas em torno dos mesmos, despertam questionamentos sobre como este trabalho poderá contribuir positivamente para novos cenários. Apenas diagnosticar um contexto alarmante, e alertar para onde os padrões de consumo estão caminhando, sem uma tradução dos resultados dos indicadores em possibilidades de ações, seria contribuir para uma “sociedade do risco”, descrita no final dos anos 1990 pelo teórico social Ulrich Beck. O argumento central da obra de Beck é que a sociedade industrial, caracterizada pela produção e distribuição de bens, foi deslocada pela sociedade de risco (GUIVANT, 2013). O risco, que pode ser ecológico, químico, nuclear, genético e, até econômico, criado pelo avanço científico sem limites, torna-se um elemento novo, muitas vezes imperceptível, agindo como elemento norteador das condutas sociais, que se tornam guiadas pela sensação de insegurança (ALEXANDRE, 2000; GUIVANT, 2013).

No entanto, a percepção do risco também pode ser positiva. Em conjunto com outros dois teóricos sociais, Scott Lash e Anthony Giddens, Beck aprofundou as reflexões em torno da sociedade do risco, sugerindo que as percepções das pessoas acerca dos perigos eminentes conduzem a sociedade a uma “modernidade reflexiva”, de forma que os riscos se tornam cada vez mais compreendidos, interpretados e até resolvidos, pelos próprios indivíduos (BECK; GIDDENS; LASH, 2012; PORTILHO, 2005). No cenário da modernidade reflexiva, a vida privada e o microcosmo das condutas pessoais se inter-relaciona com o macrocosmo dos problemas globais, e a percepção do risco exerce um papel politizador. Sob essa perspectiva, Beck aponta o indivíduo e suas ações cotidianas como novas possibilidades de ação política, e dá a esse fenômeno o nome de “subpolítica”, que significa “moldar a sociedade de baixo para cima” (BECK; GIDDENS; LASH, 2012).

Portilho (2005) destaca que, mais importante do que discutir se as mudanças devem partir de baixo para cima, ou de cima para baixo, há de se enfatizar a vertente do diálogo da teoria social contemporânea, que concebe a possibilidade de novas formas de ação política a partir das articulações da esfera pública e privada, recuperando as pontes entre elas. Dessa forma, o debate sobre o consumo e o meio ambiente pode se dar numa arena ao mesmo tempo pública e privada, em que as preocupações se encontram, com o objetivo comum criar espaços alternativos de atuação, e de enfrentamento conjunto dos problemas.

Nesse sentido, as sugestões mencionadas a seguir capítulo, apesar da divisão setorial, devem ser consideradas de forma conjunta e integrada na busca de uma sociedade mais sustentável e justa.

Consumidores:

Diversas ações podem ser adotadas pelas pessoas para que os impactos do consumo alimentar sobre os recursos hídricos sejam reduzidos. Essas ações envolvem tanto o quanto se consome, como o que se consome.

O movimento *lowconsumerism*¹⁶, que pode ser traduzido livremente como “baixo consumismo” vem emergindo no contexto de sociedades mais sustentáveis, como um exercício de cidadania. No cenário dos hábitos alimentares, a primeira

¹⁶ Mais informações sobre o movimento em: <http://pontoeletronico.me/2015/lowsumerism-entenda/>

reflexão a ser feita pelos consumidores é em torno da quantidade de alimentos que efetivamente é necessário adquirir. Um terço dos alimentos produzidos globalmente são desperdiçados em algum ponto da cadeia de consumo, seja, no campo, no manuseio, no transporte, no processamento, na comercialização ou abastecimento, ou pelo consumidor final (FAO, 2013). O desperdício de alimentos se traduz em desperdício dos recursos naturais usados na produção, como solo, água e energia. Isso significa que qualquer alimento adquirido carrega consigo alguma forma de desperdício e, conseqüentemente, quanto mais se adquire, mais se desperdiça. Por exemplo, a pegada hídrica azul do desperdício de alimentos em nível global no ano de 2007 foi de 250 Km³, o que corresponde a 3,6 vezes a pegada hídrica azul do consumo total dos Estados Unidos (FAO, 2013). Nesse quesito, todo e qualquer esforço no sentido de repensar a quantidade consumida é válida, tornando-se a primeira ação sustentável ao nível do consumidor.

A adoção de padrões alimentares contendo alimentos que, reconhecidamente, exercem menores impactos ao meio ambiente, à saúde e à sociedade, já foi citada e é reforçada aqui como de fundamental importância. Preferir alimentos de origem vegetal e in natura e evitar o excesso de alimentos de origem animal e processados e ultraprocessados são as recomendações dos principais guias alimentares da atualidade, e também a sugestão proposta por este trabalho, como uma forma de minimizar a pegada hídrica da alimentação.

A opção por alimentos in natura ou minimamente processados, além das evidências já conhecidas sobre a saúde, inclui ainda, as questões referentes ao ciclo de vida dos produtos. À medida em que são incluídas novas etapas de processamento pela indústria de alimentos, como por exemplo, a produção de embalagens não biodegradáveis e o transporte dos produtos por longas distâncias, mais recursos naturais são demandados e mais resíduos e poluentes são gerados. Nesse quesito, os consumidores podem ainda exercer importante participação sobre as indústrias de alimentos, demandando informações sobre os impactos dos produtos e de seus processos produtivos e cobrar novas posturas quando as atuais não considerarem a sustentabilidade do sistema alimentar.

Preferir adquirir alimentos orgânicos, principalmente de base agroecológica, que procuram maximizar a reciclagem de energia e nutrientes, e minimizar a perda dos recursos naturais durante os processos produtivos, é também uma ação recomendada por diversas organizações, inclusive pelo Ministério da Saúde (BRASIL,

2014a). Vale destacar que a priorização da base agroecológica se deve porque esta incorpora a valorização do pequeno agricultor familiar, de seus saberes e experiências, e da economia solidária e local. A aquisição de alimentos diretamente dos produtores da região, barateia o custo dos produtos, por reduzir as intermediações de grandes redes varejistas, e reduz os impactos associados aos transportes de alimentos por longas distâncias¹⁷. Esses alimentos ainda respeitam a sazonalidade das safras e valorizam a cultura tradicional brasileira.

Os consumidores podem engajar-se ainda em ações coletivas a fim de construir formas mais sustentáveis, solidárias e justas de se produzir alimentos, como por exemplo, na formação de Comunidades que Sustentam a Agricultura (CSAs)¹⁸, em que um grupo fixo de consumidores se compromete, por um período determinado, a cobrir o orçamento de um produtor ou de um grupo de produtores agroecológicos, recebendo em troca, produtos sem contaminantes e de qualidade. Nesse contexto, podem também pleitear junto às estâncias públicas e privadas, espaços para a criação de hortas comunitárias, centrais de compostagem, e outras estratégias de autonomia alimentar que vêm acontecendo fortemente em algumas cidades¹⁹.

Por fim, e não menos importante, a adesão a ações cotidianas racionais visando a economia direta dos recursos hídricos também se faz extremamente necessária no preparo dos alimentos, na limpeza dos utensílios e equipamentos utilizados, e em todas as outras ações cotidianas.

Empresas e indústrias de alimentos:

As mudanças no comportamento de consumidores refletem nas operações do setor privado, que mediante o cenário atual, deve buscar novas formas de aumentar a eficiência dos seus processos produtivos, reduzindo o uso de recursos naturais e as consequências geradas pelos seus produtos e serviços (BARTHEL *et al.*, 2012).

De acordo com a WFN, sempre que possível, as corporações devem procurar reduzir a demanda hídrica de suas operações, assim como a poluição das águas (WFN, 2016b). Entretanto, ressalta que algumas empresas apresentam baixa pegada hídrica direta, mas utilizam matérias-primas cuja cadeia produtiva anterior exerceu

¹⁷ Mapa de feiras de produtores orgânicos do IDEC: <http://feirasorganicas.idec.org.br/>

¹⁸ Para saber mais sobre os CSAs: <http://www.csabrasil.org/csa/>

¹⁹ O movimento Cidades sem Fome é uma dessas estratégias: <http://cidadessemfome.org/pt-br/>

grandes impactos sobre os recursos hídricos, isto é, com elevada pegada hídrica indireta. Por isso, as empresas devem buscar soluções que visem transformar toda a cadeia produtiva dos produtos, buscando parcerias com os fornecedores e garantindo transparência aos consumidores. Nesse sentido, as cobranças sobre as empresas e seus *stakeholders* devem se dar não somente à empresa que comercializa o produto final, que geralmente é aquela cuja marca encontra-se mais exposta aos veículos de informação e comunicação, mas também, às outras empresas que fornecem os insumos necessários para as diversas etapas do processamento, as quais raramente o consumidor final tem conhecimento e acesso.

A WFN também sugere os mecanismos de rotulagem como estratégias para aproximar consumidores de empresas mais conscientes. Alguns autores, no entanto, contestam a utilização da PH em rótulos, afirmando que os valores absolutos de pegada hídrica não são parâmetros que o consumidor tem condições de avaliar sozinho, visto que a sustentabilidade desses valores depende da disponibilidade de recursos hídricos onde os produtos foram produzidos (MARTINS, 2014; WICHELNS, 2015).

Uma alternativa a esse entrave são as certificações e os selos de qualidade, enquanto mecanismos de responsabilidade socioambiental, que podem fazer pelos consumidores o que eles próprios nem sempre teriam condições de avaliar sozinho. Os procedimentos de certificação são voluntários e os produtos passam por uma avaliação de conformidade, obedecendo a diversas normas pré-estabelecidas, e sendo periodicamente auditados, para avaliar se ocorre a continuidade das conformidades (SATO, 2009). Um exemplo de certificação para práticas corporativas associadas ao uso dos recursos naturais é a *Carbon Trust*²⁰, que certifica produtos com base em alguns parâmetros associados às emissões de carbono, ao uso da água e à geração de resíduos sólidos. Assim, torna-se mais simplificada a decisão de escolha do consumidor quando o produto apresenta um selo que ateste a qualidade e o baixo impacto de um produto.

Para empresas com visões estratégicas de longo prazo, a questão ambiental deixou de ser encarada apenas como exigência legal e passou a ser considerada como importante competitividade empresarial (LINS; SILVA, 2010). Em face disso, Silva e Prochnow (2013) destacam a linha tênue entre o marketing verde e o

²⁰ Carbon Trust: <https://www.carbontrust.com>

greenwashing, explicando que o marketing verde caracteriza a compreensão gerencial e ampla das empresas que não se limitam à promoção de produtos que tenham alguns atributos verdes, e sim, organizam-se para ser ambientalmente responsáveis em todas as suas atividades, sempre aperfeiçoando seu comportamento ambiental e sustentável, e associando a educação de seu público interno e externo. Já o termo *greenwashing*, ou “lavagem verde” é usado em alusão à “lavagem de dinheiro”, para designar informações tendenciosas ou propaganda enganosa de algum produto ou serviço rotulado de ecologicamente correto, ou que visam mascarar a má conduta ambiental de uma organização (SILVA; PROCHNOW, 2013). Por isso, as certificações podem ainda proporcionar maior confiabilidade às empresas socioambientalmente responsáveis, oferecendo aos consumidores maior segurança e proteção contra as estratégias de *greenwashing*.

Produtores rurais

Os impactos negativos das bases industriais da agropecuária têm gerado um rigoroso debate em torno da viabilidade em resgatar formas alternativas de agricultura, mais benignas ao meio ambiente, diversificadas, e em pequena escala, que caracterizam a agroecologia, para alimentar a população (FERGUSON; LOVELL, 2013).

As formas de produção agroecológica são mais equilibradas para o solo, permitindo um maior potencial de armazenamento água e, conseqüentemente, diminuindo a demanda hídrica das culturas. Com isso, fazendas que utilizam esses métodos têm se mostrado altamente produtivas e eficientes em termos de economia de água (REGANOLD; WACHTER, 2016).

As técnicas da agroecologia ainda vêm sendo aprimoradas para além da produção de alimentos, em defesa de estilos de vida integrados com a natureza, no contexto da permacultura. O termo transmite as ideias de permanente, agricultura e cultura e consiste num conjunto de técnicas baseadas na observação da natureza, fundamentadas no princípio de que cada componente do ecossistema apresenta uma função e que todas as funções são inter-relacionadas (AKHTAR *et al.*, 2016). A literatura em torno da permacultura defende intensamente o gerenciamento dos recursos hídricos ressaltando também as técnicas que permitem o represamento e armazenamento da água da chuva para a utilização na produção e em outras

atividades (FERGUSON; LOVELL, 2013). Mais técnicas específicas para aumentar a eficiência do uso de água na agricultura, como caminhos para reduzir a pegada hídrica são listadas por Khan *et al.* (2009).

Algumas iniciativas brasileiras já são bem estabelecidas num contexto de práticas produtivas mais sustentáveis. O modelo PAIS²¹, Produção Agroecológica Integrada e Sustentável, por exemplo, é uma metodologia de produção de hortaliças, árvores frutíferas e criação de pequenos animais, desenvolvida no Brasil pelo agrônomo Aly Ndiaye, e se baseia na construção de canteiros circulares irrigados por um sistema de gotejamento por gravidade. De acordo com Freitas *et al.* (2013) o modelo hoje vem sendo aplicado em vários pontos do país com o apoio do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), e emprega técnicas simples, muitas delas já conhecidas pelos agricultores familiares, visando um plantio diversificado, sem a utilização de agroquímicos e promovendo uma lavoura em equilíbrio com a natureza. Mais do que isso, esse modelo é considerado hoje uma tecnologia social, que busca harmonizar as práticas produtivas socialmente justas, com o uso eficiente e racional dos recursos naturais.

Em relação à pecuária, o Programa Água Brasil (2014) cita três possíveis intervenções que reduzem a pegada hídrica, principalmente no que diz respeito aos componentes azul e cinza, como a recuperação das pastagens, a integração lavoura-pecuária-floresta, e o pastoreio rotacional de Voisin, que consiste na aplicação do período de repouso para que a gramínea acumule mais reservas durante o ciclo de crescimento subsequente, favorecendo a perenidade das pastagens.

Algumas iniciativas no Pantanal têm apresentado avanços quanto à gestão sustentável da pecuária. Desde 2010 funcionam dois projetos piloto em fazendas do Mato Grosso do Sul com o objetivo de melhorar o manejo do gado a partir da introdução de boas práticas de produção, inclusive em termos de economia de água, com um sistema de distribuição de bebedouros artificiais que permitem a racionalização no uso da água; e redução da poluição da água por fertilizantes químicos, à medida em que se utilizam, pelo menos, 80% de grãos orgânicos na alimentação do gado (WWF-BRASIL, 2015). Esses projetos pretendem respeitar as legislações trabalhistas, preservar o solo, buscar eficiência no uso de recursos naturais e oferecer conforto e bem-estar aos animais. Há de se considerar, contudo,

²¹ PAIS: <http://www.caa.org.br/hotsite/pais/>

que a carne sustentável ainda não é acessível à maioria da população brasileira, e que, da perspectiva das emissões de GEE, a criação sustentável de animais ruminantes permanece como um desafio.

Governo:

O governo brasileiro vem apresentando políticas e programas que vão ao encontro da adoção de padrões alimentares mais sustentáveis, como o próprio Guia Alimentar para a População Brasileira, mencionado algumas vezes no presente estudo. Adotar uma postura pública que direciona as recomendações alimentares em nível populacional para a redução do consumo de produtos ultraprocessados e para a preferência por produtos in natura e de origem vegetal reflete em enfrentamentos importantes com a indústria de alimentos e o agronegócio. Essas recomendações buscam atender, ao mesmo tempo, os requerimentos nutricionais, a preservação dos recursos naturais e o incentivo a uma economia justa e, nesse contexto, o Brasil está à frente de muitos países. O guia apresenta recomendações simplificadas e é visualmente de fácil compreensão, mas é essencial que se empreguem ações de difusão dessas recomendações, para que elas possam atingir a população como um todo.

Entretanto, as políticas fiscais devem apresentar coerência com as recomendações brasileiras para uma alimentação adequada, saudável e sustentável. O debate em torno do tema das políticas que envolvem subsídios ao agronegócio e à indústria de alimentos é complexo requer análises mais aprofundadas, mas é consenso o fato de que subsídios que encorajam práticas de produção de alimentos que ameaçam o futuro do sistema alimentar e conduzem à condição de insegurança alimentar da população precisam ser eliminados (BARTHEL *et al.*, 2012). Por outro lado, alguns estudos revelam que a utilização de taxas em produtos que ameaçam a saúde e os recursos naturais pode ter impactos positivos, seja para desencorajar o consumo desses produtos por parte dos consumidores, como para sinalizar às empresas a necessidade da busca constante por alternativas mais saudáveis e socioambientalmente menos prejudiciais (BARTHEL *et al.*, 2012).

A regulamentação das propagandas e da rotulagem de alimentos também é fundamental para garantir maior transparência das empresas e segurança aos consumidores. Incorporar aspectos de preservação ambiental na legislação

regulatória dos rótulos e propagandas é uma possibilidade de estimular a reflexão por parte dos consumidores e de motivar as empresas a buscarem soluções que economizam água e outros recursos, e que reduzam a poluição gerada na produção de alimentos, assim como das embalagens (MANSON; EPPS, 2014).

O uso de estratégias que beneficiem alimentos produzidos de forma mais sustentável nos equipamentos públicos também é uma importante ferramenta de governo que catalisa as mudanças (BARTHEL *et al.*, 2012). Nesse quesito, dois programas brasileiros podem ser mencionados: o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), que prevê a compra de gêneros alimentícios diretamente da agricultura familiar com, pelo menos 30% dos recursos repassados pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação; e o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) da agricultura familiar, que facilita a compra de alimentos produzidos pela agricultura familiar, por meio da dispensa de licitação e os destina a pessoas em situação de insegurança alimentar ou as público atendido por equipamentos públicos. Ambos os programas favorecem a agricultura familiar que, por sua vez, quando baseada em práticas agroecológicas, detém de técnicas produtivas com menores impactos ao meio ambiente. Contudo, alguns estudos de avaliação desses programas têm identificado barreiras a transpor que ainda requerem esforços, como o funcionamento dos conselhos gestores regionais, que têm cometido algumas ingerências; os atrasos e descontinuidade na liberação dos recursos; as dificuldades no acesso e participação das famílias no programa; os problemas com a infraestrutura dos assentamentos rurais, que carecem de condições adequadas de transporte, estocagem e beneficiamento; dentre outras (CAMARGO; BACCARIN; SILVA, 2013; IPEA, 2014). Nesse sentido, os incentivos à melhoria desses programas e à sua implementação efetiva tornam-se extremamente necessários.

Outro ponto importante a ser resgatado é a questão da sustentabilidade da pegada hídrica, contextualizada com a disponibilidade das bacias hidrográficas. A região do Vale do Rio São Francisco, por exemplo, ilustra alguns dos problemas em se alocar produções de alimentos que demandam elevada irrigação em locais de baixa oferta hídrica. Nessa região vêm sendo amplamente empregadas as culturas de uva e manga, que têm contribuído com cifras expressivas para a economia nacional, mediante a exportação desses produtos (FERRACINI *et al.*, 2001). As condições climáticas da região, com elevadas temperaturas e baixa umidade relativa do ar, e a qualidade pobre e arenosa dos solos, favorecem o aparecimento de pragas e doenças

e, com isso, são necessárias técnicas avançadas de irrigação e elevada utilização de insumos e pesticidas, que podem comprometer, ainda mais, a qualidade do solo e das águas superficiais e subterrâneas (FERRACINI *et al.*, 2001). Esta questão poderia, de alguma forma, ser incorporada no debate público, para que a produção de alimentos seja adequadamente alocada em regiões onde a disponibilidade hídrica seja capaz de suprir a demanda hídrica da produção.

Mais do que isso, há um debate social envolvido nessa questão, que envolve aspectos de equidade social. Segundo Camelo-Filho (2005), os benefícios econômicos proporcionados com a produção de frutas na região do Vale do Rio São Francisco são limitados a um grupo social reduzido, o dos grandes produtores rurais, cujos investimentos empregados em técnicas avançadas de irrigação para a produção até geram riquezas e empregam um número considerável de pessoas, mas com uma remuneração consideravelmente reduzida. Ademais, há de se considerar a apropriação desigual dos recursos hídricos locais por parte desses grandes produtores, quando comparada com o uso da água por pequenos produtores ribeirinhos, que não possuem condições de investir em avançadas técnicas de irrigação. Diante dessas questões, incorporar no debate público a apropriação da água por grandes produtores e empresas do agronegócio é fundamental também para se considerar aspectos relacionados à equidade no acesso da água, ampliando o potencial social do uso da pegada hídrica.

Por fim, pode-se sugerir o uso de indicadores mais apropriados para diagnosticar as contribuições da economia e dos padrões de consumo atuais a cenários de insustentabilidade, assim como para monitorar os avanços ou retrocessos nesses cenários (VEIGA, 2010b). Embora um indicador sozinho não tenha o poder de mensurar todas as variantes da sustentabilidade, a pegada hídrica se mostra como uma ferramenta útil para incorporar o conjunto de indicadores já utilizados pelo país. Vale mencionar as dificuldades enfrentadas pelo Programa Água Brasil (2014) no monitoramento da pegada hídrica das bacias hidrográficas brasileiras, relacionadas à escassez de dados públicos necessários para o cálculo da PH. Esse problema, enfrentado não apenas para dados hidrológicos, mas também para outros indicadores ambientais, como é o caso da insuficiência de dados públicos de emissões nacionais de GEE, inviabilizam os diagnósticos e avanços relacionados e, nesse sentido, são necessários maiores esforços das agências de mensuração e de monitoramento de informações nacionais.

5.7 ANÁLISE DAS LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Este estudo apresentou importantes contribuições para a compreensão do estado atual da PH associada à alimentação brasileira, apontando algumas possibilidades para melhorias nesse contexto. Entretanto, algumas limitações precisam ser mencionadas para que se tenha ciência do alcance dos resultados, e de como alguns fatores podem ter exercido influência sobre os mesmos.

Algumas dessas limitações são inerentes ao próprio indicador usado como abordagem principal do estudo, que já foram mencionadas na seção 1.2.3, outras foram discutidas na seção 5.4, e dizem respeito às despesas com alimentação no geral, e com alimentação dentro e fora do domicílio.

A utilização de inquéritos domiciliares para estimar os hábitos alimentares da população carrega algumas imprecisões. Apesar de a estrutura amostral das POFs ser planejada para cobrir as variações sazonais ao longo do ano, o que indica uma vantagem interessante em seu uso, é fundamental que esse tipo de dados seja avaliado por agregados, devido ao seu curto período de registro (7 dias), que não reflete a totalidade das aquisições familiares mensais ou anuais, conforme destacam Levy *et al.* (2012). A fim de minimizar essa limitação, todos os resultados deste estudo foram apresentados por agregados de variáveis demográficas ou socioeconômicas, além de os padrões alimentares terem sido calculados e interpretados a partir dos setores censitários enquanto unidade básica de análise. Metodologia semelhante foi utilizada por Nascimento *et al.* (2011), que reconhecem dados de aquisição domiciliar de alimentos como ferramentas interessantes para avaliar padrões alimentares, ainda que não avaliem diretamente a ingestão. Esses dados refletem o início da cadeia de consumo e permitem estabelecer políticas públicas que podem modificar a oferta de alimentos e os padrões de compra da população (LEVY *et al.*, 2012).

Uma limitação importante do estudo é a utilização dos dados de PH de produtos disponíveis em bases de dados e na literatura. Os dados que foram extraídos da WFN, por exemplo, embora considerem a realidade brasileira, restringem-se ao período de 1996 a 2005, contudo, por serem os únicos disponíveis até o momento para a grande maioria dos alimentos, foram utilizados mesmo para o inquérito de 2008-2009. Esse tipo de conduta metodológica deve ser evitado, já que as formas de produção de alimentos estão em constante mudança, e podem ter variado em termos de eficiência

de demanda hídrica, além das variações que podem ter ocorrido em consequência das diferenças no clima, na produtividade, nas legislações respectivas aos limites de poluição, dentre outros fatores.

Alguns desses dados também não estavam disponíveis em nível nacional, tendo sido utilizados os dados globais, o que carrega incertezas quanto à aplicabilidade de seu uso para os alimentos brasileiros, visto que os processos produtivos podem ser diferentes de nação para nação. Os valores de PH de peixes, crustáceos e refrigerantes também foram calculados para outros momentos e de acordo com outras realidades produtivas, colaborando para tais incertezas.

É possível mencionar também que a maioria das pessoas não tem conhecimento sobre as formas de produção de um alimento, e essa questão, geralmente, não consegue ser detectada pelos inquéritos domiciliares. No inquérito de 2009, alguns itens alimentares eram até separados entre convencionais ou orgânicos, por exemplo. Contudo, também não se tem dados de PH de alimentos brasileiros de procedência orgânica até o presente momento. Do mesmo modo, quando se compram alimentos de origem animal, dificilmente se tem conhecimento sobre a forma intensiva, extensiva ou mista de criação dos animais, mas para este caso a WFN já apresenta valores calculados considerando a forma de criação. Num país de dimensões continentais, com técnicas de produção e processamento de alimentos tão diversificadas, retoma-se a questão sobre a precisão dos valores de PH de produtos utilizados no estudo, apontando para uma margem de erro ainda não conhecida.

A questão da água virtual importada de produtos também não pôde ser monitorada. Alimentos importados de outros países têm pegada hídrica localizada nos países de origem, mas como essa informação não estava disponível nos inquéritos, todos os alimentos adquiridos foram considerados tendo sua produção nacional.

As questões levantadas de forma alguma invalidam o estudo, uma vez que o mesmo procurou adotar critérios já empregados na literatura, a fim de assegurar uma padronização mínima e facilitar a reprodutibilidade e comparabilidade dos resultados com outros estudos. Além disso, todos os valores de referência de PH de alimentos utilizados no estudo foram detalhadamente apresentados nos métodos e anexos, de tal forma que, futuramente, poderão ser utilizados para novos cálculos, e para acompanhar a evolução da pegada hídrica de produtos e de domicílios, principalmente quando forem disponibilizadas novas edições das POFs.

Por fim, assim como exposto na seção 1.2.2 deste trabalho, é ideal que os estudos que utilizam a PH como indicador possam avançar para as fases 3 e 4, que avaliam a sustentabilidade da pegada hídrica, comparando-a com a disponibilidade de recursos hídricos, e a formulação de respostas aos problemas encontrados. Pode-se dizer que este estudo se caracteriza mais como um diagnóstico das pressões que os padrões alimentares praticados no Brasil exercem sobre os recursos hídricos, do que, de fato, como um estudo de avaliação de sustentabilidade da pegada hídrica ou desses padrões alimentares. Tampouco se tem solução para os problemas evidenciados, já que essas respostas dependem de ações que envolvam diversos setores da sociedade, a curto, médio e longo prazos. Contudo, procurou-se apontar algumas reflexões quanto a disponibilidade de recursos hídricos no Brasil e as diferentes pressões que vêm sendo impostas a eles de acordo com os padrões de produção e consumo de alimentos conforme as regiões do país. Algumas perspectivas futuras também foram apontadas, como sugestões de novos olhares para o tema.

6 CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo apontam para mudanças no perfil de aquisição de alimentos dentro dos domicílios brasileiros, mediadas pelas transições demográfica, epidemiológica e nutricional, e pelas transformações socioeconômicas que se deram no Brasil na primeira década do século XXI, resultantes da implementação de políticas de proteção social, que favoreceram a redução da pobreza e da desigualdade.

As mudanças no comportamento alimentar das famílias apresentaram-se de formas diferentes nas macrorregiões, nas áreas urbana e rural e nas faixas de renda. Contudo, o principal achado deste estudo é que, com o aumento da renda, os padrões tendem a convergir para dois caminhos distintos, um deles caracterizado pela preferência por carnes vermelhas e processadas, e outro priorizando alimentos proteicos de bases vegetais e peixes.

O diferencial deste trabalho reside na quantificação dos efeitos em preferir um ou outro padrão sobre a pegada hídrica dos domicílios, revelando que os domicílios que aderiram mais ao primeiro padrão, demandaram o triplo de água para sustentar suas preferências alimentares.

Diante dessas evidências, discutiu-se os problemas à saúde, ao ambiente e à sociedade, causados pela demanda aumentada por padrões alimentares centrados excessivamente em produtos de base pecuária, apontando os desafios em se propor dietas mais sustentáveis.

É conveniente reforçar que os padrões alimentares são influenciados por determinantes sociais, culturais, econômicos e ambientais e que as condições de mercado em que o consumo se deu não puderam ser controladas no presente estudo, de tal forma que não se pode afirmar que as pessoas praticam tais padrões alimentares única e exclusivamente por preferências pessoais. Inúmeras outras questões estão constantemente influenciando as escolhas alimentares - da oferta de alimentos, ao acesso físico e econômico, perpassando por questões como subsídios e taxações, propaganda e marketing, entre outras.

Mesmo assim, a pegada hídrica revela-se um indicador interessante para mensurar as demandas de água vinculadas aos padrões alimentares, e destaca-se por seu potencial educativo para que consumidores, empresas, produtores e governos tomem conhecimento de suas ações e busquem mudanças. Algumas estratégias de

mudanças foram propostas, e consistem, fundamentalmente, em ações de diversos setores que estimulem a produção e o consumo de alimentos locais, produzidos mediante procedimentos mais harmoniosos com o ambiente e a sociedade, e a adoção de padrões de consumo alimentar que exerçam menores pressões aos recursos naturais.

Este é o primeiro estudo de base populacional, com abrangência nacional, que quantificou o impacto da alimentação brasileira sobre a pegada hídrica considerando as variações sociodemográficas existentes no país. Novos estudos podem aprofundar essas análises, contabilizando a pegada hídrica da alimentação fora do domicílio, e monitorando as tendências de consumo nas futuras edições das Pesquisas de Orçamentos Familiares. Para isso, serão necessários dados atualizados de pegada hídrica de alimentos e produtos alimentícios, e maiores detalhamentos nos dados de consumo fora do domicílio.

7 REFERÊNCIAS

ABRASCO. **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro/São Paulo: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio da Fundação Oswaldo Cruz; Editora Expressão Popular, 2015.

AKHTAR, F. *et al.* Incorporating permaculture and strategic management for sustainable ecological resource management. **Journal of Environmental Management**, v. 179, p. 31–37, 1 set. 2016.

ALEXANDRE, A. F. A dinâmica da sociedade de risco segundo Antony Giddens e Ulrich Beck. **Geosul, Florianópolis**, v. 15, n. 30, p. 150–167, 2000.

ALLISON, P. **Imputation by Predictive Mean Matching: Promise & Peril**. Disponível em: <<http://statisticalhorizons.com/predictive-mean-matching>>. Acesso em: 1 mar. 2016.

ANA. **Bacias Hidrográficas - Agência Nacional de Águas**. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/default.aspx>>. Acesso em: 14 jun. 2016.

ANDERSEN, K.; KUHN, K. **Cowspiracy: O Segredo da Sustentabilidade**. A.U.M. Films; First Spark Media, 2014.

ANDRADE, S. L. L. S. **Do campo à mesa, insegurança alimentar e exclusão social de famílias em dois Nordeste brasileiros: o da Mata e o das Secas**. Mestrado—Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2010.

AZEVEDO, D. C. DE; BURLANDY, L. Política de combate à pobreza no Brasil, concepções e estratégias. **Revista Katálisis**, v. 13, n. 2, p. 201–209, 1 jan. 2010.

BARTHEL, M. *et al.* **The critical role of global food consumption patterns in achieving sustainable food systems and food for all: a UNEP discussion paper**. Paris, France: United Nations Environment Programme, Division of Technology, Industry and Economics, 2012.

BCFN. **Double pyramid 2015: recommendations for a sustainable diet**. Parma, Itália: Barilla Center for Food & Nutrition, 2015.

BECK, U.; GIDDENS, A.; LASH, S. **Modernização Reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna**. 2. ed. São Paulo: Editora Unesp, 2012.

BEZERRA, I. N. *et al.* Consumption of foods away from home in Brazil. **Revista de Saúde Pública**, v. 47, p. 200s–211s, fev. 2013.

BLOMQUIST, L. *et al.* Does the shoe fit? Real versus imagined ecological footprints. **PLoS Biology**, v. 11, n. 11, nov. 2013.

BRASIL. **Programa Bolsa Família: uma década de inclusão e cidadania**. Brasília: Ipea, 2013.

BRASIL. **Guia alimentar para a população brasileira**. Brasília: Ministério da Saúde; Secretaria de Atenção à Saúde; Departamento de Atenção Básica, 2014a.

BRASIL. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil - 2ª edição**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2014b.

CAMARA, M. C. C. *et al.* Transgênicos: avaliação da possível (in)segurança alimentar através da produção científica. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 16, n. 3, p. 669–681, 2009.

CAMARGO, R. A. L. DE; BACCARIN, J. G.; SILVA, D. B. P. DA. O papel do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) no fortalecimento da agricultura familiar e promoção da segurança alimentar. **Temas de Administração Pública**, v. 8, n. 2, 2013.

CAMELO, R. S.; TAVARES, P. A.; SAIANI, C. C. S. Alimentação, Nutrição e Saúde em Programas de Transferência de Renda: Evidências para o Programa Bolsa Família. **Economia, Selecta**, v. 10, n. 4, p. 685–713, 2009.

CAMELO FILHO, J. V. A dinâmica política, econômica e social do rio São Francisco e do seu vale. **Revista do Departamento de Geografia**, [s.l.], v. 17, p. 83-93, apr. 2011.

CARDOSO, C. M. *et al.* Uso de análise multivariada na discriminação do tipo de refrigerante de guaraná com base em parâmetros físico-químicos. In: Congresso Brasileiro de Química, 54, 2014, Natal. **Anais do 54º Congresso Brasileiro de Química**. Natal: Associação Brasileira de Química; 2014. [s.p.]

CARVALHO, A. M. *et al.* Excessive meat consumption in Brazil: diet quality and environmental impacts. **Public Health Nutrition**, v. 16, n. 10, p. 1893–1899, out. 2013a.

CARVALHO, A. M. DE *et al.* A carne consumida em São Paulo: da recomendação ao impacto ambiental. v. 20, p. 136–140, 2013b.

CLARO, R. M. *et al.* Discrepancies among ecological, household, and individual data on fruits and vegetables consumption in Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 26, n. 11, p. 2168–2176, nov. 2010.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora da FGV, 1991.

CONDE, W. L.; MONTEIRO, C. A. Nutrition transition and double burden of undernutrition and excess of weight in Brazil. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 100, n. 6, p. 1617S–1622S, 1 dez. 2014.

CROSS, A. J. *et al.* A prospective study of red and processed meat intake in relation to cancer risk. **PLoS medicine**, v. 4, n. 12, p. e325, dez. 2007.

DONDERS, A. R. T. *et al.* Review: a gentle introduction to imputation of missing values. **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 59, n. 10, p. 1087–1091, out. 2006.

DUARTE, G. B.; SAMPAIO, B.; SAMPAIO, Y. Programa Bolsa Família: impacto das transferências sobre os gastos com alimentos em famílias rurais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 47, n. 4, p. 903–918, 2009.

ERCIN, A.; ALDAYA, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. Corporate Water Footprint Accounting and Impact Assessment: The Case of the Water Footprint of a Sugar-Containing Carbonated Beverage. **Water Resources Management**, v. 25, n. 2, p. 721–741, 2010.

FAO. **Food balance sheets: a handbook**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2001.

FAO. **Livestock's long shadow: environmental issues and options**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006.

FAO. **Sustainable diets and biodiversity: directions and solutions for policy, research and action**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2012.

FAO. **Food wastage footprints: impact on natural resources**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistic Division**. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/E>>. Acesso em: 26 nov. 2015a.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org>>. Acesso em: 15 jun. 2016b.

FAO. **Climate change and food security: risks and responses**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2016c.

FERGUSON, R. S.; LOVELL, S. T. Permaculture for agroecology: design, movement, practice, and worldview. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 34, n. 2, p. 251–274, 25 out. 2013.

FERRACINI, V.L.; PESSOA, M.C.Y.P.; SILVA, A.S.; SPADOTTO, C.A. Análise de risco de contaminação das águas subterrâneas e superficiais da região de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA). **Pesticidas: R. Ecotoxicol. e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 11, p. 1-16, jan/dez. 2001.

FIALA, N. Measuring sustainability: Why the ecological footprint is bad economics and bad environmental science. **Ecological Economics**, v. 67, n. 4, p. 519–525, 1 nov. 2008.

FLECK, M. P.; BOURDEL, M. C. Method of simulation and choice of factors in the analysis of principal components. **Revista de Saúde Pública**, v. 32, n. 3, p. 267–272, jun. 1998.

FREITAS, J. P. D. *et al.* Produção agroecológica integrada e sustentável: experiência vivenciada por alunos da escola municipal Gustavo Adolfo Cândido Alves Campina Grande/PB. **POLÊMICA**, v. 12, n. 2, p. 369–379, 25 jun. 2013.

FREITAS, L. F. S. Padrão de consumo e pressão ambiental no Brasil. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 18, n. 1, p. 100–124, 2014.

GALLI, A. *et al.* Integrating Ecological, Carbon and Water footprint into a “Footprint Family” of indicators: Definition and role in tracking human pressure on the planet. **Ecological Indicators**, The State of the Art in Ecological Footprint: Theory and Applications. v. 16, p. 100–112, maio 2012.

GEPHART, J. A.; PACE, M. L.; D’ODORICO, P. Corrigendum: Freshwater savings from marine protein consumption (2014 Environ. Res. Lett. 9 014005). **Environmental Research Letters**, v. 9, n. 6, p. 69501, 2014a.

GEPHART, J. A.; PACE, M. L.; D’ODORICO, P. Freshwater savings from marine protein consumption. **Environmental Research Letters**, v. 9, n. 1, p. 14005, 1 jan. 2014b.

GERMANI, A. *et al.* Environmental and economic sustainability of the Mediterranean Diet. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 65, n. 8, p. 1008–1012, dez. 2014.

GFN. **Ecological footprint atlas 2010**. Oakland, USA: Global Footprint Network, 2010.

GUIVANT, J. S. A teoria da sociedade de risco de Ulrich Beck: entre o diagnóstico e a profecia. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v. 0, n. 0, 7 dez. 2013.

HANJRA, M. A.; QURESHI, M. E. Global water crisis and future food security in an era of climate change. **Food Policy**, v. 35, n. 5, p. 365–377, out. 2010.

HOEKSTRA, A. Y. *et al.* **Manual de avaliação da pegada hídrica: estabelecendo o padrão global**. London, UK: Water Footprint Network, 2011.

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K. Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. **Water Resources Management**, v. 21, n. 1, p. 35–48, 2007.

HOEKSTRA, A. Y.; HUNG, P. Q. **Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade**. Delft, The Netherlands: UNESCO-IHE Institute for Water Education, 2002.

HOEKSTRA, A. Y.; MEKONNEN, M. M. The water footprint of humanity. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, n. 9, p. 3232–3237, 28 fev. 2012.

HU, F. B. Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology. **Current Opinion in Lipidology**, v. 13, n. 1, p. 3–9, fev. 2002.

IBAMA. **Projeto de Monitoramento do Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite - PMDBBS**. Disponível em: <http://siscom.ibama.gov.br/monitora_biomas/>. Acesso em: 15 jun. 2016.

IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares 2002-2003: aquisição alimentar domiciliar per capita, Brasil e grandes regiões**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2004.

IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: aquisição alimentar domiciliar per capita, Brasil e grandes regiões**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010a.

IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: despesas, rendimentos e condições de vida**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Coordenação de Trabalho e Rendimento, 2010b.

IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: aquisição alimentar domiciliar per capita: Brasil e Grandes Regiões**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011.

IBGE. **Pesquisa nacional de saúde 2013: Ciclos de vida - Brasil e grandes regiões**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2015. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=294525>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

IPEA. **Objetivos de Desenvolvimento do Milênio: 4º Relatório Nacional de Acompanhamento / Coordenação: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada e Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos; supervisão: Grupo Técnico para o acompanhamento dos ODM**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2010.

IPEA. **Políticas agroambientais e sustentabilidade: desafios, oportunidades e lições aprendidas**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2014.

IPEA; MP-SPI. **Objetivos de Desenvolvimento do Milênio: 5º Relatório Nacional de Acompanhamento / Coordenação: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada e Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos; supervisão: Grupo Técnico para o acompanhamento dos ODM**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; Secretaria de Planejamento e Investimento Estratégico, 2014.

JOHNSTON, J. L.; FANZO, J. C.; COGILL, B. Understanding Sustainable Diets: A Descriptive Analysis of the Determinants and Processes That Influence Diets and Their Impact on Health, Food Security, and Environmental Sustainability. **Advances in Nutrition: An International Review Journal**, v. 5, n. 4, p. 418–429, 1 jul. 2014.

JOLLIFFE, I. T. **Principal Component Analysis**. New York: Springer-Verlag, 2002.

KAISER, H. F. An index of factorial simplicity. **Psychometrika**, v. 39, n. 1, p. 31–36, 1974.

KALUZA, J.; WOLK, A.; LARSSON, S. C. Red meat consumption and risk of stroke: a meta-analysis of prospective studies. **Stroke; a Journal of Cerebral Circulation**, v. 43, n. 10, p. 2556–2560, out. 2012.

KHAN, S. *et al.* Pathways to reduce the environmental footprints of water and energy inputs in food production. **Food Policy**, v. 34, n. 2, p. 141–149, abr. 2009.

LAURENT, A.; OLSEN, S. I.; HAUSCHILD, M. Z. Limitations of Carbon Footprint as Indicator of Environmental Sustainability. **Environmental Science & Technology**, v. 46, n. 7, p. 4100–4108, 3 abr. 2012.

LEVY, R. B. *et al.* Distribuição regional e socioeconômica da disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil em 2008-2009. **Revista de Saúde Pública**, v. 46, n. 1, p. 6–15, fev. 2012.

LIGNANI, J. B. *et al.* Changes in food consumption among the Programa Bolsa Família participant families in Brazil. **Public Health Nutrition**, v. 14, n. 5, p. 785–792, maio 2011.

LINS, L. DOS S.; SILVA, R. N. S. Responsabilidade Sócio-Ambiental ou Greenwash: Uma Avaliação com Base nos Relatórios de Sustentabilidade Ambiental. **Sociedade, Contabilidade e Gestão**, v. 4, n. 1, 28 jan. 2010.

LIU, J.; SAVENIJE, H. H. G. Food consumption patterns and their effect on water requirement in China. **Hydrology and Earth System Sciences Discussions**, v. 12, n. 3, p. 887–898, 11 jun. 2008.

LYRA, W. DA S. *et al.* Periodic classification: a didactic example to teach principal component analysis. **Química Nova**, v. 33, n. 7, p. 1594–1597, 2010.

MA, R. W.-L.; CHAPMAN, K. A systematic review of the effect of diet in prostate cancer prevention and treatment. **Journal of Human Nutrition and Dietetics: The Official Journal of the British Dietetic Association**, v. 22, n. 3, p. 187-199-202, jun. 2009.

MACDIARMID, J. I. *et al.* Sustainable diets for the future: Can we contribute to reducing greenhouse gas emissions by eating a healthy diet? **Am J Clin Nutr**, v. 96, p. 632–9, 2012.

MACDIARMID, J. I.; DOUGLAS, F.; CAMPBELL, J. Eating like there's no tomorrow: Public awareness of the environmental impact of food and reluctance to eat less meat as part of a sustainable diet. **Appetite**, v. 96, p. 487–493, 1 jan. 2016.

MALHEIROS, T. F.; PHILIPPI JR, A. P.; COUTINHO, S. M. V. Desafios do uso de indicadores na avaliação da sustentabilidade. In: **Indicadores de sustentabilidade e gestão ambiental**. Coleção Ambiental. 1. ed. Barueri, SP: Manole, 2012a. p. 2–29.

MALHEIROS, T. F.; PHILIPPI JR, A. P.; COUTINHO, S. M. V. Indicadores de sustentabilidade: uma abordagem conceitual. In: **Indicadores de sustentabilidade e gestão ambiental**. Coleção Ambiental. 1. ed. Barueri, SP: Manole, 2012b. p. 31–76.

MALHEIROS, T. F.; PHILIPPI JR, A. P.; COUTINHO, S. M. V. Construção de indicadores de sustentabilidade. In: **Indicadores de sustentabilidade e gestão ambiental**. Coleção Ambiental. 1. ed. Barueri, SP: Manole, 2012c. p. 77–88.

MANSON, L.; EPPS, T. Water Footprint Labelling and WTO Rules. **Review of European, Comparative & International Environmental Law**, v. 23, n. 3, p. 329–341, 1 nov. 2014.

MARACAJÁ, K. F. B.; SILVA, V. DE P. R. DA; NETO, J. D. Pegada hídrica dos consumidores vegetarianos e não vegetarianos. **Qualit@s Revista Eletrônica**, v. 14, n. 1, 30 jan. 2013.

MARLOW, H. J. *et al.* Diet and the environment: does what you eat matter? **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 89, n. 5, p. 1699S–1703S, 1 maio 2009.

MARTINS, A. P. B. *et al.* Increased contribution of ultra-processed food products in the Brazilian diet (1987-2009). **Revista de Saúde Pública**, v. 47, n. 4, p. 656–665, ago. 2013.

MARTINS, R. DE S. L. **Empresas e gestão da água: uma abordagem a partir do uso do indicador pegada hídrica**. 2014. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

MDS. **Ministério do Desenvolvimento Social e Agrário- Bolsa Família**. Disponível em: <<http://mds.gov.br/assuntos/bolsa-familia>>. Acesso em: 17 jun. 2016.

MEADOWS, D. **Indicators and information systems for sustainable development: a report to the Balaton Group**. Hartland, Vermont, EUA: The Sustainability Institute, 1998.

MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. v. 15, p. 1577–1600, 2011a.

MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. **National water footprint accounts: The green, blue and grey water footprint of production and consumption**. Delft, the Netherlands: UNESCO-IHE, 2011b.

MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. A Global Assessment of the Water Footprint of Farm Animal Products. **Ecosystems**, v. 15, n. 3, p. 401–415, 2012.

MENDONÇA, C. B.; TADEU, N. D.; SINISGALLI, P.A.A. Pegada hídrica da bovinocultura de corte no Brasil: uma comparação entre a produção em pastagem manejada e não manejada. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 10, 2013, Bento Gonçalves. **Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Bento Gonçalves: Associação Brasileira de Recursos Hídricos; 2013. p.1-8.

MICHA, R.; WALLACE, S. K.; MOZAFFARIAN, D. Red and processed meat consumption and risk of incident coronary heart disease, stroke, and diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. **Circulation**, v. 121, n. 21, p. 2271–2283, 1 jun. 2010.

MILLWARD, D. J.; GARNETT, T. Plenary Lecture 3: Food and the planet: nutritional dilemmas of greenhouse gas emission reductions through reduced intakes of meat and dairy foods. **The Proceedings of the Nutrition Society**, v. 69, n. 1, p. 103–118, fev. 2010.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura Brasil 2008-2009**. Brasília: Ministério da Pesca e Aquicultura, 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE *et al.* **Estatística da pesca 2002: Brasil, grandes regiões e unidades da federação**. Tamandaré: Ministério do Meio Ambiente, 2004a.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE *et al.* **Estatística da pesca 2003: Brasil, grandes regiões e unidades da federação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004b.

MMA. **Ministério do Meio Ambiente - Pampa**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/pampa>>. Acesso em: 15 jun. 2016a.

MMA. **Ministério do Meio Ambiente - Pantanal**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/pantanal>>. Acesso em: 15 jun. 2016b.

MONTEIRO, C. A. *et al.* Narrowing socioeconomic inequality in child stunting: the Brazilian experience, 1974-2007. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 88, n. 4, p. 305–311, 2010a.

MONTEIRO, C. A. *et al.* A new classification of foods based on the extent and purpose of their processing. **Cadernos De Saúde Pública**, v. 26, n. 11, p. 2039–2049, nov. 2010b.

MURPHY, A. J. *et al.* Cholesterol efflux in megakaryocyte progenitors suppresses platelet production and thrombocytosis. **Nature Medicine**, v. 19, n. 5, p. 586–594, maio 2013.

NASCIMENTO, S. *et al.* Dietary availability patterns of the Brazilian macro-regions. **Nutr J**, v. 10, n. 79.10, p. 1186, 2011.

NUNES, L. N.; KLÜCK, M. M.; FACHEL, J. M. Uso da imputação múltipla de dados faltantes: uma simulação utilizando dados epidemiológicos. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 25, n. 2, p. 268–278, 2009.

OLINTO, M. T. A. Padrões alimentares: análise de componentes principais. In: **Epidemiologia nutricional**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ; Atheneu, 2007. p. 213–225.

PAHLOW, M. *et al.* Increasing pressure on freshwater resources due to terrestrial feed ingredients for aquaculture production. **Science of The Total Environment**, v. 536, p. 847–857, 1 dez. 2015.

PERRY, C. Water footprints: Path to enlightenment, or false trail? **Agricultural Water Management**, v. 134, p. 119–125, 1 mar. 2014.

PNUD. **Human Development Report 2000**. New York: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2000.

PNUD. **Relatório de Desenvolvimento Humano 2010**. New York: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2010.

POPKIN, B. M.; GORDON-LARSEN, P. The nutrition transition: worldwide obesity dynamics and their determinants. **International Journal of Obesity**, v. 28, n. S3, p. S2–S9, 2004.

PORTILHO, F. Consumo sustentável: limites e possibilidades de ambientalização e politização das práticas de consumo. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 3, n. 3, p. 01–12, 2005.

RASELLA, D. *et al.* Effect of a conditional cash transfer programme on childhood mortality: a nationwide analysis of Brazilian municipalities. **The Lancet**, v. 382, n. 9886, p. 57–64, 2013.

REGANOLD, J. P.; WACHTER J. M. Organic agriculture in the twenty-first century. **Nature Plants**, v.2, n. 15221, p. 1-8, 2016.

RIVERO, S. *et al.* Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova Economia**, v. 19, n. 1, p. 41–66, abr. 2009.

RUBIN, D. B. **Multiple Imputation for Nonresponse in Surveys**. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 1987.

SABATÉ, J.; HARWATT, H.; SORET, S. Environmental Nutrition: A New Frontier for Public Health. **American Journal of Public Health**, v. 106, n. 5, p. 815–821, maio 2016.

SAEZ-ALMENDROS, S. *et al.* Environmental footprints of Mediterranean versus Western dietary patterns: beyond the health benefits of the Mediterranean diet. **Environmental Health**, v. 12, p. 118, 30 dez. 2013.

SANTOS, B. S. Um olhar sobre o dossiê a partir da ecologia de saberes. In: **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro/São Paulo: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio da Fundação Oswaldo Cruz; Editora Expressão Popular, 2015. p. 198–204.

SANTOS, L. M. P.; PASQUIM, E. M.; SANTOS, S. M. C. DOS. Programas de transferência de renda no Brasil: um estudo multidimensional da implementação do

Bolsa Escola, Bolsa Alimentação e Cartão Alimentação. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 3, p. 1821–1834, mar. 2011.

SATO, G. S. As novas regras para o mercado global: certificações de origem e qualidade para alimentos seguros. **Internext**, v. 4, n. 1, p. 151–163, 11 mar. 2009.

SCARBOROUGH, P. *et al.* Dietary greenhouse gas emissions of meat-eaters, fish-eaters, vegetarians and vegans in the UK. **Climatic Change**, v. 125, n. 2, p. 179–192, 1 jul. 2014.

SHUCK, C.; RIBEIRO, R. **Comendo o planeta: impactos ambientais da criação e consumo de animais**. 3. ed. São Paulo: Sociedade Vegetariana Brasileira, 2015.

SICHE, R. *et al.* Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente & Sociedade**, v. 10, p. 137–148, 2007.

SICHERI, R.; CASTRO, J. F. G.; MOURA, A. B. S. [Factors associated with dietary patterns in the urban Brazilian population]. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 19, n. Supl 1, p. S47-53, 21 jul. 2003.

SILVA, G. C.; PROCHNOW, W. E. Marketing ambiental versus marketing verde: uma análise crítica da linha tênue para o efeito Greenwashing. **Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 2, n. 2, p. 57–71, 25 jun. 2013.

SILVA, V. DE P. R. DA *et al.* Pegada hídrica de indivíduos com diferentes hábitos alimentares. **Revista Ambiente & Água**, v. 8, n. 1, p. 250–262, abr. 2013.

SOUZA, A. M. *et al.* Alimentos mais consumidos no Brasil: Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009. **Revista de Saúde Pública**, p. 190s–199s, 2013.

STATACORP, L. P. **Stata Data Analysis and Statistical Software**. Texas, USA: [s.n.].

TARA GARNETT. **Cooking up a storm: food, greenhouse gas emissions and our changing climate**. Food Climate Research Network Centre for Environmental Strategy: University of Surrey, set. 2008.

THE WORLD BANK. **Renewable internal freshwater resources *per capita* (cubic meters)**. Disponível em: <<http://data.worldbank.org/indicator/ER.H2O.INTR.PC>>. Acesso em: 14 jun. 2016a.

THE WORLD BANK. **Poverty & Equity - Contry Dashboard - Brazil**. Disponível em: <<http://databank.worldbank.org>>. Acesso em: 16 jun. 2016b.

THE WORLD BANK. **Inflation, consumer prices (annual %)**. Disponível em: <<http://data.worldbank.org/indicator/FP.CPI.TOTL.ZG>>. Acesso em: 16 jun. 2016c.

THE WORLD BANK. **Unemployment, total (% of total labor force)**. Disponível em: <<http://data.worldbank.org/indicator/SL.UEM.TOTL.ZS>>. Acesso em: 16 jun. 2016d.

TOM, M. S.; FISCHBECK, P. S.; HENDRICKSON, C. T. Energy use, blue water footprint, and greenhouse gas emissions for current food consumption patterns and dietary recommendations in the US. **Environment Systems and Decisions**, v. 36, n. 1, p. 92–103, 24 nov. 2015.

TROELL, M. *et al.* Comment on “Water footprint of marine protein consumption—aquaculture’s link to agriculture. **Environmental Research Letters**, v. 9, n. 10, p. 109001, 2014.

TUCKER, K. L. Dietary patterns, approaches, and multicultural perspective. **Applied physiology, nutrition, and metabolism**, v. 35, n. 2, p. 211–8, 2010.

UNDP. **Human Development Report 2006 – Beyond Scarcity: Power, Poverty and the Global Water Crisis**. New York: United Nations Development Programme, 2007.

UNEP. **Global Environment Outlook GEO4 environment for development**. Malta: United Nations Environment Programme, 2007.

“UNITED NATIONS”. **Water Scarcity**, c2013. Disponível em: <<http://www.un.org/waterforlifedecade/scarcity.shtml>>. Acesso em: 26 fev. 2015.

UNITED NATIONS. **Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015 - Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development**. New York: United Nations, 21 out. 2015.

VAITSMAN, J.; ANDRADE, G.; FARIAS, L. O. Proteção social no Brasil: o que mudou na assistência social após a Constituição de 1988. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 14, n. 3, p. 731–741, 2009.

VAN BELLEN, H. M. Indicadores de sustentabilidade: um levantamento dos principais sistemas de avaliação. **Cad. EBAPE.BR**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 01–14, 2004.

VANHAM, D. The water footprint of Austria for different diets. **Water Science and Technology**, v. 67, n. 4, p. 824–830, 2013.

VANHAM, D.; HOEKSTRA, A. Y.; BIDOGLIO, G. Potential water saving through changes in European diets. **Environment International**, v. 61, p. 45–56, nov. 2013.

VANHAM, D.; MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. The water footprint of the EU for different diets. **Ecological Indicators**, v. 32, p. 1–8, set. 2013.

VEIGA, J. E. V. **Sustentabilidade: a legitimação de um novo valor**. São Paulo: Editora SENAC, 2010a.

VEIGA, J. E. Indicadores de sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 39–52, 2010b.

WANG, Y.; BEYDOUN, M. A. Meat consumption is associated with obesity and central obesity among US adults. **International Journal of Obesity (2005)**, v. 33, n. 6, p. 621–628, jun. 2009.

WFN. **Peer-reviewed journal publications.** Disponível em: <<http://waterfootprint.org/en/resources/publications/peer-reviewed-publications/>>.

WFN. **Frequently asked questions.** Disponível em: <<http://waterfootprint.org/en/resources/publications/peer-reviewed-publications/>>. Acesso em: 20 jun. 2016b.

WICHELNS, D. Virtual water and water footprints do not provide helpful insight regarding international trade or water scarcity. **Ecological Indicators**, v. 52, p. 277–283, maio 2015.

WIEDMANN, T.; BARRETT, J. A Review of the Ecological Footprint Indicator—Perceptions and Methods. **Sustainability**, v. 2, n. 6, p. 1645–1693, 7 jun. 2010.

WILSON, N. *et al.* Foods and dietary patterns that are healthy, low-cost, and environmentally sustainable: a case study of optimization modeling for New Zealand. **PloS One**, v. 8, n. 3, p. e59648, 2013.

WWF. **Living Planet Report 2014: species and spaces, people and places.** Gland, Switzerland: [s.n.].

WWF-BRASIL. **Pecuária sustentável no Pantanal - 10 anos (2004-2014): memória do projeto que reúne a cadeia produtiva de carne bovina e o WWF-Brasil no desenvolvimento sustentável do bioma.** Brasília, DF: WWF-Brasil, 2015.

WWF-BRASIL; FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL; AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Programa Água Brasil: Pegada hídrica das bacias hidrográficas.** [s.l.: s.n.].

ZIMMERMANN, C. L. Monocultura e transgenia: impactos ambientais e insegurança alimentar. **Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 12, 14 jun. 2011.

ANEXOS

Anexo 1 - Valores de pegada hídrica extraídos da base de dados WaterStat, correspondentes ao período de 1996 a 2005.

Código HS	Nome do alimento	Pegada Hídrica (L/Kg)			
		Verde	Azul	Cinza	Total
100630	Arroz	2803,7	514,0	149,4	3467,1
100590	Milho	1620,7	0,5	124,8	1746,0
100890	Outros cereais	3316,4	115,4	8,9	3440,7
070190	Batata	216,9	22,6	16,3	255,8
071410	Mandioca	433,2	0,6	17,2	451,1
071490_bc	Outras raízes ou tubérculos	348,1	15,3	21,9	385,3
071339	Feijão	2761,2	62,0	440,3	3263,5
071390ae	Outras leguminosas	2217,4	250,0	650,2	3117,5
110290	Farinha de cereais	3468,4	120,7	9,3	3598,3
110610	Farinha de leguminosas	3835,0	86,1	611,5	4532,6
110620	Farinha de tubérculos e raízes	1392,4	61,1	87,6	1541,1
120890	Farinha de sementes oleaginosas	4037,3	163,4	75,9	4276,6
110100b	Macarrão	2013,1	0,9	136,7	2150,6
120300	Coco	945,7	17,6	2,3	965,6
070990	Hortaliças frescas	371,6	48,5	32,2	452,2
081090	Frutas frescas	1198,6	201,4	112,1	1512,2
081340	Frutas secas	4794,3	805,8	448,5	6048,6
170111	Açúcar	967,9	43,0	80,0	1090,9
091099	Especiarias	2734,9	242,3	390,3	3367,4
071190	Hortaliças processadas	371,6	48,5	32,2	452,2
120100e	“Carne” de soja	3827,1	1,5	26,3	3854,9
120100d	“Leite” de soja	3827,1	1,5	26,3	3854,9
120100b	“Queijo” de soja (tofu)	2566,4	1,0	17,7	2585,1

Continua

Anexo 1 - Valores de pegada hídrica extraídos da base de dados WaterStat, correspondentes ao período de 1996 a 2005.

Continuação

Código HS	Nome do alimento	Pegada Hídrica (L/Kg)			
		Verde	Azul	Cinza	Total
110100a	Panificados	1750,5	0,8	118,8	1870,1
0902	Chás	7070,7	223,2	110,2	7404,2
121292	Caldo de cana	967,9	43,0	80,0	1090,9
200980	Suco de frutas ou hortaliças	1459,1	79,3	44,7	1583,1
090121	Café	12798,1	216,0	312,8	13326,9
020130	Carne bovina	19228,4	177,8	82,1	19488,3
020610	Visceras bovinas	12090,5	112,2	51,6	12254,3
020319	Carne suína	6079,5	748,7	379,1	7207,3
020630	Visceras suínas	1173,6	142,0	73,2	1388,8
020423	Carne ovina	11771,8	420,8	7,5	12200,1
020680	Visceras ovinas	3925,6	131,3	2,5	4059,3
020450	Carne caprina	8144,4	372,3	0,1	8516,8
020680	Visceras caprinas	3925,6	131,3	2,5	4059,3
010599	Carnes de aves	3279,1	13,4	187,6	3480,1
160231	Visceras de aves	4204,0	30,0	240,5	4474,5
040700	Ovos	2737,4	26,9	160,7	2924,9
040120	Leite (líquido)	1187,5	33,9	22,3	1243,7
040210	Leite (em pó)	5343,8	152,7	100,3	5596,8
040310	Iogurte	1336,0	38,2	25,1	1399,2
040610	Queijo	3579,1	102,3	67,2	3748,5
040490	Outros produtos à base de leite	1336,0	38,2	25,1	1399,2
040510	Manteiga	6254,3	178,8	117,3	6550,4
020900	Banha animal	4204,0	30,0	240,5	4474,5
021020	Carne bovina processada	29678,6	280,9	126,7	30086,3
021019	Carne suína processada	6340,1	773,6	395,3	7509,1
160239	Carne de ave processada	4204,0	30,0	240,5	4474,5

Anexo 2 - Valores médios de pegada hídrica para sementes oleaginosas e castanhas, óleos vegetais e bebidas alcoólicas, extraídos da base de dados WaterStat, correspondentes ao período de 1996 a 2005.

Código HS	Nome do alimento	Pegada Hídrica (L/Kg)			
		Verde	Azul	Cinza	Total
120799 080290	Sementes oleaginosas e castanhas	5804,2	643,4	475,7	6923,3
151529 150790 151319 151190 150990 151219 151490	Óleos vegetais	5229,4	498,0	279,0	6006,5
220600 220410 220300	Bebidas alcoólicas	489,2	97,5	91,7	678,5

Anexo 3 - Contribuição relativa dos grupos de alimentos na pegada hídrica *per capita* anual média, segundo quintos de renda, região, área do domicílio e ano de inquérito

Anexo 4 - Análise de principais componentes a partir de dados de aquisição domiciliar de alimentos das Pesquisas de Orçamentos Familiares de 2002-2003 e 2008-2009.

variable name	storage type	display format	value label	variable label
gr1	float	%9.0g		arroz
gr2	float	%9.0g		outros cereais
gr3	float	%9.0g		tubérculos e raízes
gr4	float	%9.0g		feijão
gr5	float	%9.0g		outras leguminosas
gr6	float	%9.0g		panificados e farináceos
gr7	float	%9.0g		massas
gr8	float	%9.0g		oleaginosas e cocos
gr9	float	%9.0g		hortaliças frescas
gr10	float	%9.0g		hortaliças processadas
gr11	float	%9.0g		frutas frescas e secas
gr12	float	%9.0g		sucos de frutas
gr13	float	%9.0g		café e chá
gr14	float	%9.0g		refrigerantes
gr15	float	%9.0g		bebidas alcoólicas
gr16	float	%9.0g		laticínios
gr17	float	%9.0g		gorduras animais
gr18	float	%9.0g		gorduras e óleos vegetais
gr19	float	%9.0g		carnes vermelhas frescas
gr20	float	%9.0g		carnes de aves frescas
gr21	float	%9.0g		peixes e frutos do mar
gr22	float	%9.0g		ovos
gr23	float	%9.0g		carnes processadas
gr24	float	%9.0g		análogos proteicos (soja)
gr25	float	%9.0g		doces e açúcar
gr26	float	%9.0g		sal, especiarias

Principal components/correlation

Number of obs = 8685
 Number of comp. = 26
 Trace = 26
 Rho = 1.0000

Rotation: (unrotated = principal)

Component	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
Comp1	5.44061	3.35504	0.2093	0.2093
Comp2	2.08558	.413398	0.0802	0.2895
Comp3	1.67218	.347596	0.0643	0.3538
Comp4	1.32458	.201305	0.0509	0.4047
Comp5	1.12328	.0219571	0.0432	0.4479
Comp6	1.10132	.131291	0.0424	0.4903
Comp7	.970031	.0298025	0.0373	0.5276
Comp8	.940229	.0253723	0.0362	0.5638
Comp9	.914856	.0153095	0.0352	0.5989
Comp10	.899547	.0284043	0.0346	0.6335
Comp11	.871143	.0499766	0.0335	0.6671
Comp12	.821166	.0462248	0.0316	0.6986
Comp13	.774941	.0333253	0.0298	0.7284
Comp14	.741616	.0177569	0.0285	0.7570
Comp15	.723859	.0163583	0.0278	0.7848
Comp16	.707501	.0631213	0.0272	0.8120
Comp17	.644379	.0208064	0.0248	0.8368
Comp18	.623573	.0571252	0.0240	0.8608
Comp19	.566448	.0398823	0.0218	0.8826
Comp20	.526566	.036939	0.0203	0.9028
Comp21	.489627	.016617	0.0188	0.9217
Comp22	.47301	.0382978	0.0182	0.9398
Comp23	.434712	.0232327	0.0167	0.9566
Comp24	.411479	.0148764	0.0158	0.9724
Comp25	.396603	.0754458	0.0153	0.9876
Comp26	.321157	.	0.0124	1.0000

Principal components (eigenvectors)

Variable	Comp1	Comp2	Comp3	Comp4	Comp5	Comp6	Comp7	Comp8	Comp9	Comp10	Comp11	Comp12	Comp13	Comp14	Comp15
gr1	0.1347	0.2675	0.2516	0.2799	-0.1015	-0.0426	-0.0735	0.0023	-0.1597	0.3006	0.2153	-0.1615	-0.3888	0.2279	0.1468
gr2	0.0853	0.2944	0.1888	0.3388	-0.0295	0.3486	-0.0320	0.1579	-0.2043	0.1234	-0.2874	0.0783	0.0164	-0.0798	-0.3501
gr3	0.2257	0.2529	-0.2834	-0.2526	0.0413	0.0014	0.0196	-0.0027	0.1552	-0.0802	-0.0331	0.0303	-0.1065	-0.0957	-0.0257
gr4	0.1342	0.3416	0.1224	0.2182	-0.0171	0.1098	-0.0150	0.1887	-0.0280	-0.4402	-0.0418	0.0713	0.2340	-0.0971	0.2012
gr5	0.0151	0.1075	0.0651	0.2559	0.0445	0.2861	0.6897	-0.4172	0.3989	0.0424	0.0727	0.0128	0.0234	0.0108	0.0731
gr6	0.2845	-0.0819	0.2983	-0.1212	-0.1048	0.0852	0.0333	0.0810	-0.0532	0.0081	-0.1242	0.0300	0.0171	-0.2561	-0.0484
gr7	0.2804	-0.1307	0.1065	0.0798	0.0340	-0.2124	-0.0047	-0.0175	0.0524	-0.0519	0.0499	0.0291	0.3264	-0.2373	0.0109
gr8	0.0354	-0.0375	0.2870	-0.4128	0.0936	0.3869	0.1795	0.1403	-0.2355	-0.1329	0.1637	-0.3612	0.1471	0.3257	-0.1988
gr9	0.2676	0.0839	-0.2683	-0.0500	0.0024	0.0374	0.0378	-0.0407	0.0087	-0.1064	-0.1057	-0.0268	-0.2760	0.0461	-0.1691
gr10	0.0495	-0.1324	-0.1431	0.1261	0.3308	0.1423	0.0916	0.7256	0.3714	0.2382	0.2429	-0.0353	-0.0851	-0.1038	0.0109
gr11	0.2243	-0.1571	-0.1573	0.0925	-0.0513	0.2331	-0.1308	-0.0667	0.0360	0.0042	-0.3656	0.0151	-0.3632	-0.1277	-0.2045
gr12	0.1393	-0.2702	-0.1712	0.1616	0.1264	0.2070	-0.0938	-0.0547	-0.0740	0.0270	-0.3648	-0.3603	0.1099	0.1498	0.5625
gr13	0.1472	-0.1675	-0.0020	-0.0186	-0.5110	0.0669	0.0925	0.2625	0.1643	0.0136	-0.1816	0.4422	0.2318	0.3850	0.0984
gr14	0.1930	-0.2685	-0.1456	0.1200	0.0233	-0.0842	0.1650	0.0240	-0.1420	-0.0262	-0.0516	-0.2217	-0.0188	0.1764	-0.0374
gr15	0.0857	-0.1982	-0.2068	0.1456	0.2208	0.1963	0.1029	-0.0687	-0.5335	-0.0971	0.3708	0.5318	-0.0996	-0.0203	0.1334
gr16	0.1821	0.3574	-0.1566	0.0349	0.1314	-0.0042	-0.0945	0.0977	-0.0063	-0.3158	0.0588	-0.0265	0.0360	0.2994	0.1292
gr17	0.1136	0.2569	-0.1789	-0.1480	-0.0085	0.0937	-0.0258	-0.0662	-0.1999	0.6876	-0.0243	0.0506	0.3677	-0.0293	0.1195
gr18	0.2899	-0.0431	0.1760	0.2038	0.1579	-0.2132	-0.0691	-0.0662	0.0313	-0.0135	0.0963	-0.0864	0.0974	0.0250	-0.0623
gr19	0.2990	-0.0677	0.0036	-0.0620	-0.2307	-0.1305	0.1076	0.0020	-0.0238	0.0592	0.1807	-0.0378	-0.2071	0.1636	0.0167
gr20	0.2800	-0.0674	0.1169	-0.0804	-0.3219	-0.0907	0.0304	0.0198	0.0563	0.0365	0.2177	-0.0314	-0.1322	-0.0242	0.0652
gr21	0.0650	-0.0433	0.3726	-0.4047	0.2110	0.2555	-0.0956	-0.0574	0.1191	0.0160	-0.1084	0.2513	-0.2792	-0.1134	0.3813
gr22	0.1967	0.3203	-0.2897	-0.2840	0.0174	0.0019	0.0067	-0.0613	0.0876	0.0114	0.0608	-0.0125	0.0408	-0.0183	0.0505
gr23	0.2737	-0.1729	-0.1041	-0.1178	0.0620	0.0376	0.1913	-0.0476	-0.1500	-0.0207	0.0163	-0.0809	0.1937	-0.2256	-0.2347
gr24	0.0405	-0.1280	-0.1063	0.1140	-0.2343	0.4838	-0.5198	-0.2364	0.2570	-0.0472	0.4333	-0.1052	0.1523	-0.0581	-0.0821
gr25	0.2942	0.0324	0.2103	0.0573	0.1395	-0.1549	-0.1002	-0.0624	0.0403	0.0224	0.0530	-0.0298	0.0627	-0.2055	0.1369
gr26	0.1751	-0.0788	0.1346	0.0018	0.4509	-0.0869	-0.2213	-0.2032	0.2334	0.1082	-0.0930	0.2738	0.1071	0.4853	-0.2894

Variable	Comp16	Comp17	Comp18	Comp19	Comp20	Comp21	Comp22	Comp23	Comp24	Comp25	Comp26	Unexplained
gr1	-0.1256	0.1455	0.2574	0.3276	0.0482	0.2861	0.0652	-0.0748	-0.1351	-0.1048	-0.0665	0
gr2	0.1960	-0.3364	0.1937	-0.1606	0.1740	-0.1295	0.0122	0.0298	0.0835	0.0904	0.2329	0
gr3	0.0609	-0.1500	0.2551	0.0925	-0.1876	-0.2671	0.4558	-0.0919	-0.3079	-0.3987	0.0944	0
gr4	0.0780	0.5438	0.0190	-0.1335	-0.2073	0.0296	0.1750	0.0651	-0.0785	0.1895	-0.0878	0
gr5	-0.0241	-0.0366	-0.0793	-0.0046	-0.0220	0.0134	-0.0275	-0.0332	0.0110	-0.0377	-0.0164	0
gr6	0.1145	-0.0759	0.0425	0.0364	-0.2725	-0.0233	-0.3170	-0.3553	0.1193	-0.2600	-0.5385	0
gr7	-0.1653	-0.0950	-0.0349	-0.0343	0.4233	0.3215	0.3562	-0.4508	0.0604	0.0074	0.1148	0
gr8	-0.2538	-0.0209	-0.1085	0.0536	-0.0657	-0.0259	0.2069	-0.0334	0.0603	0.0338	0.0583	0
gr9	-0.1329	0.4303	-0.0052	0.1009	0.3650	-0.2876	-0.1212	-0.1067	0.4966	-0.0945	0.0404	0
gr10	-0.0253	0.0293	-0.0069	-0.0332	-0.0073	0.0133	-0.0403	-0.0068	0.0151	0.0266	-0.0243	0
gr11	-0.2901	0.0077	-0.4194	-0.0100	-0.1989	0.3037	0.1704	0.0815	-0.1933	0.1388	-0.0604	0
gr12	-0.1570	-0.0951	0.2858	-0.1745	0.0002	-0.1044	-0.0447	-0.0319	0.0236	-0.0354	-0.0041	0
gr13	-0.1164	-0.0534	0.0374	0.3233	0.0485	-0.0309	0.0052	0.1104	-0.0142	-0.0108	0.0380	0
gr14	0.7311	0.0318	-0.1457	0.2411	-0.1079	0.1476	0.2044	0.0008	0.1388	0.0340	0.0606	0
gr15	-0.0941	-0.1032	0.0349	-0.0166	-0.0943	-0.0352	0.0658	-0.0287	0.0748	-0.0245	-0.0439	0
gr16	0.0628	-0.2800	-0.3975	-0.0585	0.1697	0.1962	-0.3881	-0.0498	-0.1507	-0.2781	0.0432	0
gr17	0.0512	0.2259	-0.3355	-0.0884	-0.0116	-0.0516	0.0494	0.0135	-0.0162	-0.0773	-0.0361	0
gr18	-0.0796	-0.1701	-0.1482	0.0728	0.2108	-0.3526	0.1968	0.5063	-0.0306	0.0037	-0.4504	0
gr19	0.0874	-0.0024	-0.0527	-0.3355	0.0580	-0.3426	-0.1102	-0.3053	-0.3794	0.4676	0.0230	0
gr20	0.0060	-0.0252	0.0461	-0.5507	-0.1429	0.2034	0.0545	0.3525	0.3034	-0.2780	0.2102	0
gr21	0.2860	0.0460	-0.0632	0.0490	0.3416	0.0381	0.0502	0.1366	-0.0618	0.0696	0.0726	0
gr22	-0.0069	-0.2815	0.2662	0.0941	-0.0699	0.2903	-0.0234	0.1132	0.2864	0.5251	-0.2335	0
gr23	-0.0051	0.2114	0.3062	0.1054	0.1746	0.2027	-0.3720	0.3124	-0.4202	-0.0544	0.1285	0
gr24	0.1496	0.0254	0.0133	0.0994	0.0426	-0.0560	-0.0297	-0.0548	-0.0128	-0.0086	-0.0094	0
gr25	-0.1443	-0.0941	-0.1498	0.3591	-0.3811	-0.2223	-0.2067	0.0160	0.1406	0.1441	0.5269	0
gr26	0.0318	0.1634	0.1987	-0.1919	-0.1974	0.1041	-0.0303	-0.0913	0.0100	-0.0088	0.0131	0

Kaiser-Meyer-Olkin measure of sampling adequacy

variable	kmo
gr1	0.8044
gr2	0.6465
gr3	0.8587
gr4	0.7990
gr5	0.6752
gr6	0.8601
gr7	0.9250
gr8	0.5968
gr9	0.9032
gr10	0.8311
gr11	0.8897
gr12	0.8746
gr13	0.8923
gr14	0.8972
gr15	0.8356
gr16	0.8405
gr17	0.8638
gr18	0.8851
gr19	0.9151
gr20	0.9054
gr21	0.6550
gr22	0.7995
gr23	0.9011
gr24	0.7324
gr25	0.8878
gr26	0.9101
Overall	0.8698

Anexo 5 - Distribuição dos escores obtidos para os seis primeiros componentes da análise de principais componentes, segundo ano de inquérito.