



ISSN: 2447-3359

REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE

*Northeast Geosciences Journal*

v. 10, nº 1 (2024)

<https://doi.org/10.21680/2447-3359.2024v10n1ID34767>



## **Pegada hídrica dos padrões alimentares brasileiros: impactos sobre os recursos hídricos**

### *Water footprint of Brazilian food patterns: impacts on water resources*

**Alan Marcelo Barbosa<sup>1</sup>; Bruna Angela Branchi<sup>2</sup>; Denise Helena Lombardo Ferreira<sup>3</sup>; Diego de Melo Conti<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Pontifícia Universidade Católica de Campinas, PUC-Campinas, São Paulo, Brasil. Email: alanmbarbosa@gmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-7771-0073>

<sup>2</sup> Pontifícia Universidade Católica de Campinas, PUC-Campinas, São Paulo, Brasil. Email: bruna.branchi@puc-campinas.edu.br

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-5312-286X>

<sup>3</sup> Pontifícia Universidade Católica de Campinas, PUC-Campinas, São Paulo, Brasil. Email: lombardo@puc-campinas.edu.br

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-3138-2406>

<sup>4</sup> Pontifícia Universidade Católica de Campinas, PUC-Campinas, São Paulo, Brasil. Email: diego.conti@puc-campinas.edu.br

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1889-0462>

**Resumo:** A preservação do meio ambiente é essencial para garantir a vida, especialmente em relação aos recursos hídricos. A falta de conhecimento das consequências das decisões individuais de consumo sobre os recursos hídricos contribui com a adoção de padrões de vida insustentáveis. Um subsídio para a conscientização do consumidor é estimar a Pegada Hídrica, ou seja, aferir a quantidade de água necessária de acordo com diferentes estilos de vida. Com o intuito de avaliar os padrões de consumo alimentar da população brasileira e destacar seus impactos por meio da Pegada Hídrica foi realizada uma pesquisa quantitativa aplicando a Análise Fatorial aos microdados da POF de 2016/17. Os resultados permitiram identificar diferenças espaciais, porém, o padrão associado à dieta típica brasileira, sem proteína animal, é o mais homogêneo entre as regiões.

**Palavras-chave:** Consumo de água; Padrões Alimentares; Análise Fatorial.

**Abstract:** The preservation of the environment is essential to ensure life, especially in relation to water resources. The lack of knowledge of the consequences of individual consumption decisions on water resources contributes to the adoption of unsustainable living patterns. One subsidy for consumer awareness is to estimate the Water Footprint, that is, to measure the amount of water needed according to different lifestyles. In order to evaluate the food consumption patterns of the Brazilian population and highlight their impacts through the Water Footprints a quantitative research was carried out applying Factorial Analysis to POF microdata from 2016/17. The results allowed us to identify spatial differences, however, the pattern associated with the typical Brazilian diet, without animal protein, is the most homogeneous among the regions.

**Keywords:** Water Consumption; Food Patterns; Factorial Analysis.

## 1. Introdução

O desenvolvimento sustentável exige a participação de todos os setores da sociedade para mudar hábitos e criar uma nova realidade que promova o bem-estar social, a proteção ambiental e o crescimento econômico. Isso envolve adotar padrões de consumo mais amigáveis aos recursos naturais. Estudos científicos e discussões sobre consumo são essenciais para implementar estratégias, sejam elas públicas ou privadas.

Na antiguidade, o consumo era limitado a necessidades básicas, sem produção em massa ou grandes impactos ambientais. Pelo contrário, as pessoas produziam em pequena quantidade, de forma artesanal e por encomenda, com limitado impacto nos recursos ambientais (MIRANDA, 2023).

Porém, com o advento da Revolução Industrial houve um aumento no consumo de produtos e serviços, impulsionado pela produção em larga escala e pela criação de necessidades artificiais. A oferta abundante de produtos industrializados, combinada com técnicas de vendas e busca por *status*, levou ao aumento exponencial do consumo (VEBLEN, 1987).

Por meio da publicidade, as empresas passaram a influenciar cada vez mais o comportamento dos consumidores. Com o objetivo de promover as vendas, as empresas criam novas necessidades, promovem a obsolescência dos produtos e incentivam a substituição constante de bens, levando a um consumo desenfreado e insustentável (SENNETT, 2001).

O capítulo 4 da Agenda 21 propõe mudanças nos padrões de consumo e produção para reduzir as pressões ambientais e atender às necessidades básicas da sociedade, desenvolvendo uma melhor compreensão do papel do consumo e implementando padrões mais sustentáveis. É premente que os países revejam os seus padrões de consumo, com os mais ricos liderando ações e auxiliando os países mais pobres com conhecimento e apoio técnico. Enquanto os demais países devem evitar os altos níveis de consumo dos mais ricos (UNCED, 1992).

A Agenda 2030 estabelece 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), entre os quais o ODS 12 define que os países devem assegurar padrões de produção e consumo sustentáveis, propondo a meta de “garantir que as pessoas, em todos os lugares, tenham informação relevante e conscientização sobre o desenvolvimento sustentável e estilos de vida em harmonia com a natureza” (ONU, 2015, p. 27).

Considerando a importância que os padrões de consumo exercem sobre as dimensões social, econômica e ambiental da sustentabilidade, o estilo de vida tem papel fundamental nas decisões e como consequência pode prejudicar ou preservar o Planeta. A água é um recurso natural essencial para a sobrevivência de todos os seres vivos, bem como para a produção de alimentos e o funcionamento das indústrias. Todas essas necessidades, somadas à poluição, uso indiscriminado de água superficial e subterrânea, consumo insustentável de bens e serviços, e má gestão dos recursos hídricos e o aumento da população, culminam no acréscimo da pressão sobre este recurso natural.

Neste contexto o presente estudo tem como objetivo discutir o nível de sustentabilidade dos principais padrões de consumo alimentar da população brasileira, destacando seus impactos por meio de suas Pegadas Hídricas alimentares.

Este artigo é dividido em três seções, além dessa introdução e das considerações finais. Na seção da fundamentação teórica encontra-se uma síntese da teoria que sustenta a Pegada Hídrica e estudos de Pegada Hídrica de consumo alimentar. Na sequência detalha-se a metodologia utilizada e em seguida a análise dos resultados.

## 2. Fundamentação teórica

Entre os recursos naturais essenciais para a vida, a água ocupa um lugar de destaque. Considerando a importância dos recursos hídricos para a humanidade, assim como o risco de escassez potencializado pela utilização da água na produção de bens e serviços, a avaliação do consumo sustentável deve incluir o impacto dos padrões de consumo na demanda de água. A Pegada Hídrica é um indicador que mensura o volume total de água doce necessário para a produção de um bem ou serviço, considerando o inteiro processo produtivo ou a inteira cadeia produtiva. A Pegada Hídrica é uma forma de avaliar o impacto do consumo humano no uso dos recursos hídricos.

A Pegada Hídrica foi elaborada por Arjen Hoekstra em 2002 com o objetivo de promover o uso sustentável da água a fim de conscientizar os consumidores sobre o volume de água necessário para sustentar o estilo de vida. Por este motivo a Pegada Hídrica não inclui somente a quantidade de água usada diretamente pelo consumidor, mas toda a água exigida nos processos produtivos dos bens consumidos.

O conceito de Pegada Hídrica está associado à quantificação dos impactos negativos das atividades humanas no uso da água, tanto em termos de qualidade quanto de disponibilidade na biosfera. Este conceito visa mensurar a água globalmente disponível, combinando a noção de água virtual com o conceito de pegada ecológica. Dong *et al.* (2019) e Northey *et al.* (2016) definem a Pegada Hídrica como o volume de água que uma população precisa para consumir ou produzir uma quantidade determinada de bens ou serviços.

No cálculo da Pegada Hídrica, Hoekstra *et al.* (2011) identificaram três componentes que propiciam uma visão abrangente da utilização dos recursos hídricos, ajudando a entender a origem da água consumida. Esses componentes incluem: (i) componente verde, que corresponde à água da precipitação armazenada no solo e aproveitada pela vegetação; (ii) componente azul, que consiste na água doce, superficial ou subterrânea; e (iii) componente cinza, que representa o volume de água doce necessário para diluir a poluição resultante do processo produtivo.

A Pegada Hídrica é um indicador que contribui na avaliação da sustentabilidade de padrões de consumo, dada a importância dos recursos hídricos na produção de todos os produtos. A escassez de água global, destacada por estudos do World Resources Institute (WRI), afeta cerca de um quarto da população mundial, com regiões como o Oriente Médio sendo as mais afetadas. Apesar de o Brasil possuir a maior reserva de água doce do mundo, algumas áreas, incluindo os estados Rio Grande do Norte, Piauí, Ceará e Bahia, e as regiões metropolitanas São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília, Vitória, Ribeirão Preto e Campinas, sofrem com níveis semelhantes de escassez, conforme dados do WRI Brasil (2023).

Neste sentido, é necessário dispor de informações sobre a Pegada Hídrica associada ao consumo das famílias brasileiras, a fim de avaliar o consumo sustentável de grupos específicos de consumidores. Esses dados podem ajudar a orientar ações que promovam a conscientização da população por meio da disseminação de conhecimento sobre os padrões de consumo mais alinhados aos conceitos de sustentabilidade.

A partir de uma pesquisa realizada no Portal de periódicos da CAPES e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações, foi possível verificar uma quantidade reduzida de estudos acadêmicos brasileiros relativos à Pegada Hídrica de consumo alimentar. Contudo, as publicações identificadas trazem contribuições importantes para entendimento do impacto de diferentes padrões de consumo alimentar sobre o meio ambiente, mais especialmente sobre os recursos hídricos.

Destacam-se algumas pesquisas brasileiras que estudaram a Pegada Hídrica (PH) referente ao consumo alimentar.

- PH de consumidores vegetarianos do município de Caicó no Rio Grande do Norte (SILVA *et al.*, 2013a): os autores concluíram que a PH de vegetarianos equivale a cerca de 58% da PH dos não vegetarianos, e que a PH aumenta com a renda familiar.

- PH no aglomerado subnormal do bairro da Rocinha na cidade do Rio de Janeiro (BEUX, 2014): o resultado do estudo indicou que a PH dos moradores é três vezes superior à média de consumidores de baixa renda, o que teria como causa um comportamento de desperdício.

- PH alimentar em restaurante universitário de Porto Alegre-RS (STRASBURG; JAHNO, 2015): foi verificado que a proteína animal representa cerca de 80% da PH total das refeições, o que demanda planejamento dos cardápios coletivos para redução de seus impactos.

- PH alimentar brasileira usando a POF do IBGE (2002-2003 e 2008-2009) (UTIKAVA, 2016): o estudo identificou que os padrões alimentares com consumo mais frequente de carnes vermelhas possuem PH três vezes superior à PH dos padrões alimentares baseados no consumo de peixes e vegetais, bem como verificou a tendência de maior PH com aumento da renda.

- PH de estudantes das Faculdades Integradas de Aracruz (GIACOMIN; OHNUMA JÚNIOR, 2017): foi constatado que os alimentos tiveram maior peso na PH (76%) dos estudantes com consumo avaliado, sendo que os produtos de origem animal tiveram o maior impacto em suas PHs.

- PH de adolescente com microdados da Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (VALE *et al.*, 2021): o resultado do estudo mostrou PHs maiores nas regiões urbanizadas do Sul e Sudeste, com destaque para o impacto decorrente de refeições *fast food*.

- PH de estudantes do Curso de Ciências Contábeis da UNEMAT de Tangará da Serra-MT (SILVA *et al.*, 2020): o estudo mostrou que a pegada hídrica geral individual encontrada foi de 6.137 m<sup>3</sup> de água ao ano, o qual ficou 200,22% acima da média nacional, devido sobretudo ao consumo de carne, cereais e uso doméstico. O estudo também constatou que no geral o gênero feminino possui PH superior em relação ao masculino.

- PH dos habitantes da região Agreste de Pernambuco (SILVA *et al.*, 2022): ao avaliarem o consumo de água e sua relação com os indicadores sociais, os resultados demonstraram a PH per capita de 1128,19 m<sup>3</sup>/ano, (abaixo da PH *per capita* do planeta 1385 m<sup>3</sup>/ano e da média brasileira 2027 m<sup>3</sup>/ano), com a alimentação correspondendo a 62,6% da PH da região. A população com maior poder aquisitivo consome mais produtos, o que consequentemente, produz maiores valores de PH.

- PH - um estudo exploratório no Brasil (MARACAJÁ, 2019): as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul apresentaram as maiores pegadas hídricas, em contraste com as regiões Norte e Nordeste.

• PH em restaurante universitário (HATJIATHANASSIADOU *et al.*, 2019): o estudo observou que entre dois tipos de cardápios oferecidos em um restaurante da Universidade Federal do Rio Grande do Norte o padrão convencional apresentou maior pegada hídrica devido ao uso de produtos de origem animal em sua composição.

Os estudos mencionados reforçam a importância das avaliações da Pegada Hídrica para que os consumidores, assim como os governos e a iniciativa privada, possam fazer escolhas mais conscientes no sentido de contribuir com a redução do consumo direto e indireto de água.

A Pegada Hídrica, como indicador de sustentabilidade, possibilita o monitoramento do impacto da ação humana no consumo e na produção de bens e serviços. Ademais, a Pegada Hídrica fornece informações relevantes para mensurar a pressão sobre os recursos hídricos e, conseqüentemente, sobre a dimensão ambiental da sustentabilidade (SILVA *et al.*, 2013b).

Nesse sentido, fez-se uso da Pegada Hídrica como indicador de avaliação para identificar os padrões de consumo alimentar da população brasileira e conhecer seus riscos e contribuições para o desenvolvimento sustentável. Para isso utilizaram-se informações públicas sobre os orçamentos familiares divulgadas pelo IBGE.

### 3. Metodologia

A natureza da pesquisa é aplicada, considerando a sua intenção em gerar conhecimento que possa ser utilizado de forma prática pelos interessados em seus resultados (GIL, 2008).

O propósito da pesquisa tem caráter explicativo, considerando a necessidade de buscar fatos por meio da avaliação de base de dados, os quais foram analisados e interpretados, visando identificar o nível de aderência aos conceitos de sustentabilidade existentes nos diferentes padrões de consumo alimentar. De acordo com Severino (2007), a pesquisa explicativa analisa e registra os fenômenos, objetos de estudo, explorando as causas com base em metodologias qualitativas ou quantitativas.

Com relação à abordagem, foi realizada a avaliação quantitativa de informações disponíveis em bases de dados sobre o consumo alimentar da população brasileira, com a construção de estatísticas que permitam a interpretação e a geração de conhecimento acerca das diferenças nos padrões de consumo de grupos distintos de indivíduos. Lakatos e Marconi (2003) enfatizam que a abordagem quantitativa considera a precisão das informações e controles estatísticos para possibilitar a interpretação das hipóteses.

#### 3.1. Análise fatorial

A técnica estatística utilizada é a Análise Fatorial que visa estruturar as correlações entre um número elevado de variáveis e resumir o conjunto original de variáveis através de um menor número de dimensões (ou fatores) visando minimizar a perda de informações no processo de redução de variáveis (HAIR *et al.*, 2009).

A Análise Fatorial (AF) é uma técnica de estatística multivariada utilizada para identificar a relação entre um conjunto de variáveis observadas e explicá-las em termos de um número menor de variáveis não observadas, chamadas de fatores. O objetivo é simplificar a análise de grandes conjuntos de dados, reduzindo o número de variáveis a serem consideradas e identificando padrões ou relações entre as variáveis que não seriam evidentes de outra forma (HAIR *et al.*, 2009; LATTIN; CARROLL; GREEN, 2011; BEZERRA, 2017; MATOS; RODRIGUES, 2019).

A aplicação da AF permitiu identificar agrupamentos de produtos que compartilham a variância comum. Estes fatores são classificados como “padrões de consumo alimentar”, ou seja, combinações de produtos fortemente correlacionados.

O software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 20.0, foi usado no tratamento dos microdados da POF e na Análise Fatorial.

A Análise Fatorial envolve a extração de fatores que são combinações lineares das variáveis originais, com o objetivo de explicar a maior parte da variância total nos dados. Nesta pesquisa a aplicação da Análise Fatorial permitiu identificar agrupamentos de produtos que constituem os padrões de consumo alimentar.

#### 3.2. Banco de dados

Para realizar a pesquisa foram utilizados dois bancos de dados: a) Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), b) *Water Footprint Statistics* (WaterStat).

A POF utilizada neste estudo é a última disponível, aplicada entre julho de 2017 e julho de 2018 (IBGE, 2017). As informações disponíveis nos microdados permitiram identificar as quantidades consumidas por unidade de consumo (família) classificadas por local de residência (urbano ou rural), Unidade da Federação, e renda.

Na POF 2017/2018 foram coletadas informações para um total de 8.357 itens alimentares. No entanto, nesta pesquisa 360 itens (aproximadamente 4%) foram desconsiderados por serem produtos agregados ou para viagem, o que tornou impossível estimar a Pegada Hídrica.

O *Water Footprint Network* publica, entre outros, as estimativas da Pegada Hídrica da maioria dos alimentos, tanto em nível global quanto por países ou regiões. Nesta pesquisa foram selecionados os dados da Pegada Hídrica do produtos alimentares para o Brasil (MEKONNEN; HOEKSTRA, 2010a, 2010b).

Dos produtos selecionados com base na POF, a base de dados *WaterStat* permitiu identificar as Pegadas Hídricas de 6.935 (83%) itens, enquanto 1.062 (13%) não possuíam informações disponíveis. Para os grupos de alimentos, quais peixes e refrigerantes, sem informações disponíveis na base de dados *WaterStat* foram utilizadas as estimativas de Utikava (2016). Os valores de referência utilizados nessas estimativas foram extraídos de estudos realizados por outros autores que avaliaram a PH destes alimentos.

Em seguida, os produtos selecionados foram agrupados formando os seguintes 24 grupos alimentares (Quadro 1).

*Quadro 1 – Grupos alimentares.*

Açúcar	Laticínios
Arroz	Milho e derivados
Bebidas alcoólicas	Outras carnes vermelhas
Cacau e derivados	Outros cereais e derivados
Café e chás	Ovos
Carne bovina	Panificados
Carne de aves	Frutos do mar
Especiarias e condimentos	Refrigerantes
Feijão	Sementes oleaginosas e cocos
Frutas	Sucos
Gorduras	Trigo e derivados
Hortaliças e leguminosas	Tubérculos, raízes e derivados

*Fonte: Os autores (2023).*

A partir das informações dessas bases de dados, foram calculadas as quantidades anuais consumidas *per capita* e as correspondentes Pegadas Hídricas para cada um dos grupos de produtos alimentares selecionados.

As quantidades de alimentos adquiridos para o consumo no domicílio, detalhadas nos microdados da POF, foram usadas para descrever os padrões de consumo alimentar.

Posteriormente, a partir dos dados da *WaterStat*, foi possível estimar a Pegada Hídrica associada aos diferentes padrões de consumo alimentar.

#### 4. Análise dos Resultados

O método utilizado para identificar padrões alimentares foi a Análise Fatorial (AF) com o suporte do software SPSS. Através dessa técnica foi possível identificar os padrões alimentares baseados nos fatores comuns não observáveis. Os resultados da Análise Fatorial estão apresentados a seguir.

A estimativa da estatística KMO obtida para os dados dessa pesquisa foi de 0,803. Conforme Fávero e Belfiore (2017), valores de KMO entre 0,8 e 0,9 indicam que a Análise Fatorial é adequada para os dados selecionados.

Por sua vez, o teste de Bartlett apresentou um valor-p (ou nível de significância - Sig.) próximo a zero, permitindo rejeitar a hipótese de que a matriz de correlações é igual a uma matriz identidade, ou seja, as correlações encontradas foram significativas em termos estatísticos, confirmando que as variáveis estão suficientemente correlacionadas para justificar a Análise Fatorial.

O critério de Kaiser é uma das formas de determinar o número de fatores a serem retidos na Análise Fatorial. Este critério sugere que sejam retidos apenas os fatores com autovalor maior que 1, o que significa que eles explicam mais variância do que uma variável individual. Com base nesse critério, os resultados da análise mostraram que os seis primeiros

fatores possuem autovalores maiores que 1. No entanto, juntos, esses fatores explicam cerca de 46,25% da variância total dos dados analisados (Quadro 2).

*Quadro 2 – Variância total explicada (seis principais fatores).*

Fator	Autovalores iniciais			Somadas de extração de carregamentos ao quadrado			Somadas de rotação de carregamentos ao quadrado		
	Total	Var. (%)	Cumul. (%)	Total	Var. (%)	Cumul. (%)	Total	Var. (%)	Cumul. (%)
1	4,216	17,566	17,566	4,216	17,566	17,566	3,274	13,640	13,640
2	2,067	8,614	26,180	2,067	8,614	26,180	1,975	8,228	21,868
3	1,492	6,217	32,397	1,492	6,217	32,397	1,679	6,996	28,864
4	1,270	5,290	37,687	1,270	5,290	37,687	1,523	6,346	35,210
5	1,042	4,341	42,029	1,042	4,341	42,029	1,384	5,766	40,976
6	1,013	4,220	46,249	1,013	4,220	46,249	1,265	5,273	46,249

Nota: Var.: Variância

Cumul.: Variância cumulada

*Fonte: Os autores (2023).*

A fim de identificar as características dos principais fatores foi realizada a análise dos componentes rotacionados, conforme a matriz apresentada na Tabela 1. A partir dessa análise, foram calculadas as correlações entre os grupos alimentares com cada um dos principais fatores, o que possibilitou caracterizar os seis principais padrões alimentares (PPAs) identificados com a aplicação da Análise Fatorial.

*Tabela 1 – Matriz de componentes rotacionados.*

Grupos Alimentares	Principais Padrões Alimentares (PPAs)					
	PPA1	PPA2	PPA3	PPA4	PPA5	PPA6
Açúcar	,719	-,016	,030	,042	,098	,044
Arroz	,713	,003	-,018	,081	-,084	,009
Café e chás	,583	,034	,107	,084	,165	,022
Especiarias e condimentos	,544	,020	,011	,152	,019	,083
Feijão	,664	,024	,097	,072	-,116	,072
Gorduras	,678	,035	,112	,166	,129	,001
Milho e derivados	,363	,000	,206	-,158	,077	,148
Trigo e derivados	,566	-,020	,074	,133	,218	-,016
Bebidas alcoólicas	,025	,982	,057	,088	,073	,010
Outros cereais e derivados	,030	,983	,056	,080	,056	,009
Frutas	,018	,049	,694	,108	,146	,077
Hortaliças e leguminosas	,125	,046	,636	,175	,125	,063
Ovos	,087	,017	,565	-,016	,009	,008
Carne de aves	,180	-,036	,235	,505	-,096	,197
Carne bovina	,150	,093	,197	,588	-,130	,134
Outras carnes vermelhas	,158	,046	,020	,608	,124	-,044
Refrigerantes	,033	,122	-,118	,504	,374	-,060
Cacau e derivados	,157	,041	,157	,021	,504	-,063
Laticínios	,250	-,016	,330	,110	,411	-,123
Panificados	,091	-,027	,273	,300	,417	,003
Sucos	-,004	,052	,007	-,051	,528	,061

Frutos do mar	,045	,029	,079	,072	-,082	,599
Sementes oleaginosas e cocos	-,042	,007	-,173	-,068	,354	,654
Tubérculos, raízes e derivados	,231	-,031	,182	,116	-,143	,590

Fonte: Os autores (2023).

As características dos perfis alimentares dos seis PPAs gerados são as seguintes.

- PPA1: representa 13,64% da variância total da amostra, com forte correlação entre oito grupos alimentares, como açúcar, arroz, café, feijão, gorduras, entre outros. Reflete um padrão alimentar básico da família brasileira.
- PPA2: explica 8,23% da variância e inclui apenas bebidas alcoólicas e outros cereais e derivados.
- PPA3: resume 7% da variância e está associado a frutas, hortaliças, leguminosas e ovos.
- PPA4: representa 6,35% da variância e concentra-se em carnes, quais aves, bovina e outras carnes vermelhas, e refrigerantes, representando a maior parte das proteínas animais.
- PPA5: com 5,77% da variância, concentra-se em cacau, laticínios, produtos panificados e sucos.
- PPA6: explica 5,27% da variância, com foco em frutos do mar, sementes oleaginosas, cocos, tubérculos e raízes.

Com base nas Pegadas Hídricas dos grupos alimentares foram identificados os padrões mais representativos em cada região brasileira ao calcular os três decis superiores, correspondendo aos 30% que possuem maior aderência aos perfis alimentares identificados. Essa abordagem foi adotada por Lares-Michel *et al.* (2022), que categorizaram os grupos alimentares utilizando os três decis superiores, visando descrevê-los e interpretá-los, considerando que quanto maior o percentual de associação das variáveis (alimentos) com cada padrão alimentar, maior a aderência aos grupos.

O Gráfico 1 mostra a frequência dos padrões alimentares nas regiões geográficas brasileiras. Observa-se que o PPA1, que corresponde à alimentação tradicional brasileira sem carne, é o padrão alimentar que apresenta maior homogeneidade entre as regiões. Por outro lado, o PPA6, caracterizado pela presença de peixes, tubérculos e raízes, é o padrão alimentar que apresenta maior variabilidade entre as regiões brasileiras, sendo mais relevante na região Norte.

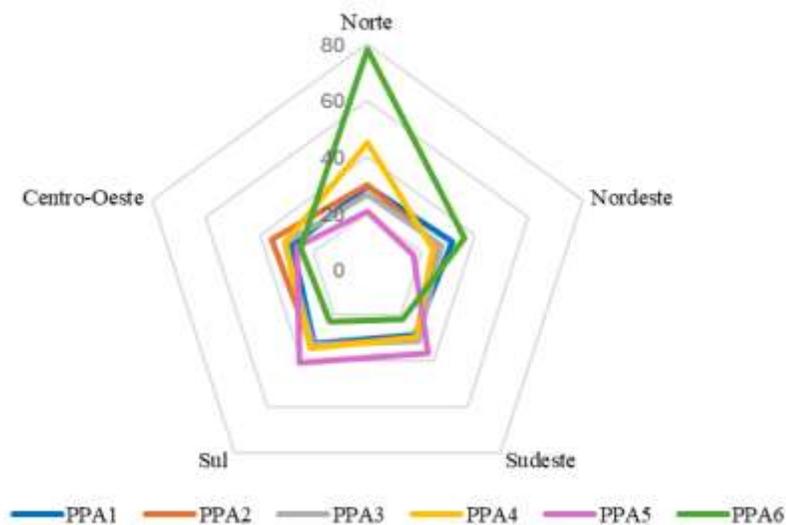


Gráfico 1 – Padrões alimentares nas regiões brasileiras.

Fonte: Os autores (2023).

É importante ressaltar que, embora o PPA1 seja o padrão mais homogêneo em todo o país, tem maior ocorrência no Sul e Nordeste. O PPA2 é mais comum no Centro-Oeste, enquanto o PPA3 destaca-se no Sul e Sudeste, e o PPA4 é significativamente mais frequente na região Norte. O consumo do PPA5 é proeminente no Sul e Sudeste, com baixa frequência no Nordeste. Como mencionado anteriormente, o PPA6 é o padrão alimentar com maior variabilidade entre as UFs, sendo mais frequente no Norte e Nordeste. As diferenças geográficas dos padrões alimentares são ilustradas na Figura 1.

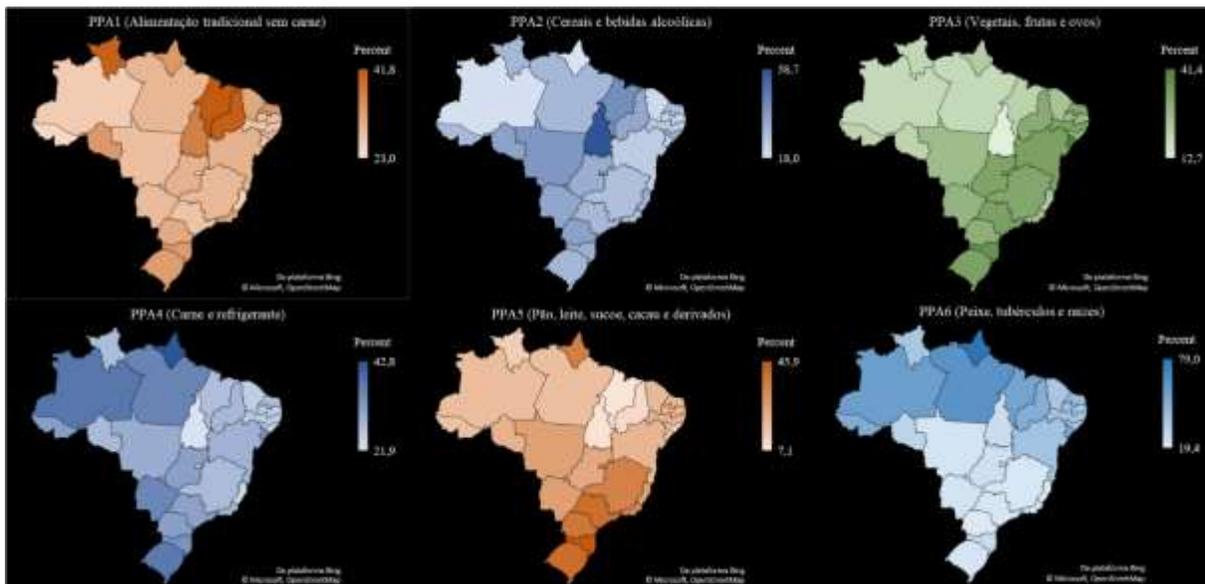


Figura 1 – Consumo por UF.  
Fonte: Os autores (2023).

A análise da Figura 1 indica que Maranhão, Piauí e Roraima lideram em consumo do PPA1, enquanto o Distrito Federal apresenta a menor frequência relativa desse padrão alimentar. O consumo menos frequente do PPA2 é observado no Amapá, enquanto Tocantins lidera entre as demais UFs. Entretanto, Tocantins tem o menor consumo do PPA3 e do PPA4, enquanto Sergipe e Santa Catarina se destacam na frequência do PPA3.

O Amapá apresenta o maior destaque no consumo do PPA4, seguido de Amazonas, Rio Grande do Sul, Pará e Mato Grosso do Sul, que também apresentam frequência elevada. Santa Catarina, Rio Grande do Sul, São Paulo, Paraná, Amapá e Minas Gerais destacam-se com a maior frequência no consumo do PPA5. Por fim, Amapá, Pará, Amazonas, Maranhão, Sergipe e Acre são os estados que se destacam com maior consumo do PPA6.

Estudos anteriores que se concentram na comparação espacial da pegada hídrica apresentam resultados parcialmente diferentes em relação aos encontrados neste estudo, como evidenciado em Vale *et al.* (2021) e Macarajá (2019). Essas discrepâncias podem ser atribuídas a diferenças metodológicas substanciais. No caso de Vale *et al.* (2021), analisando o consumo dos adolescentes urbanos, encontraram que a PH era maior para os residentes das regiões Sul e Sudeste. Os autores atribuíram esse resultado ao consumo frequente de *fast food*, um tipo de alimentação não considerado no estudo atual devido às complexidades na estimativa correta da pegada hídrica, dada a variedade de produtos alimentares combinados de diferentes maneiras. Por sua vez, Maracajá (2019) estimou uma maior pegada hídrica associada ao consumo alimentar dos residentes das regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste. Esse estudo utilizou dados agregados do IBGE e definiu três padrões de dieta (vegetariano, alto consumidor de carne vermelha e médio consumidor de carne vermelha). As diferenças encontradas com estes estudos ressaltam a importância de realizar estimativas de PH com dados desagregados e, ao mesmo tempo apontam a necessidade de superar o obstáculo na estimativa de alimentos preparados ou consumidos fora de casa, um padrão de consumo muito difundido atualmente.

Com base nos dados da matriz de componentes rotacionados, obtidos por meio da Análise Fatorial, foram calculadas as Pegadas Hídricas dos principais padrões alimentares avaliados nesta pesquisa, as quais estão apresentadas na Tabela 2. O cálculo foi realizado com a média dos valores de PH total dos principais alimentos que compõem os grupos alimentares, os quais foram somados para totalizar a PH de cada padrão alimentar.

Tabela 2 – Pegadas Hídricas dos principais padrões alimentares.

Grupos Alimentares	Principais Padrões Alimentares (PPAs)					
	PPA1	PPA2	PPA3	PPA4	PPA5	PPA6
Açúcar	785	-17	33	46	107	48
Arroz	2.473	12	-64	281	-290	32
Café e chás	6.045	347	1.114	867	1.712	224
Especiarias e condimentos	1.002	37	21	280	34	153
Feijão	2.166	79	317	235	-380	234
Gorduras	22.660	1.169	3.728	5.533	4.322	19
Milho e derivados	634	0	360	-275	135	259
Trigo e derivados	1.216	-44	159	286	468	-35
Bebidas alcoólicas	12	494	29	44	37	5
Outros cereais e derivados	105	3.461	198	282	197	31
Frutas	66	184	2.623	409	554	293
Hortaliças e leguminosas	501	183	2.543	700	501	252
Ovos	254	49	1.651	-46	26	23
Carne de aves	627	-127	817	1.756	-334	685
Carne bovina	11.357	7.006	14.889	44.501	-9.803	10.106
Outras carnes vermelhas	5.201	1.503	663	20.012	4.086	-1.447
Refrigerantes	11	41	-40	171	127	-20
Cacau e derivados	4.475	1.169	4.471	602	14.393	-1.800
Laticínios	3.248	-202	4.282	1.431	5.342	-1.599
Panificados	169	-51	511	561	779	6
Sucos	-6	83	12	-81	836	96
Frutos do mar	89	58	155	142	-162	1.182
Sementes oleaginosas e cocos	-171	28	-706	-276	1.446	2.668
Tubérculos, raízes e derivados	228	-30	179	114	-141	582
<b>PH Total</b>	<b>63.150</b>	<b>15.433</b>	<b>37.948</b>	<b>77.580</b>	<b>23.997</b>	<b>12.001</b>

Fonte: Os autores (2023).

A análise das estimativas da Pegada Hídrica (PH) dos principais padrões alimentares mostra que a maior PH está associada ao consumo de proteína animal (PPA4), seguido pela dieta tradicional brasileira (PPA1), enquanto o PPA6 e o PPA2 apresentam as menores PHs. A diferença entre a maior e a menor PH é significativa, com o PPA4 sendo 646,4% superior ao PPA6. Estes resultados corroboram com as conclusões do estudo de Utikava (2016), que também identificou que o padrão alimentar com maior presença de carnes vermelhas apresentou a maior PH em comparação com outros grupos alimentares, enquanto dois padrões com maior frequência de consumo de peixes apresentaram as menores PHs, semelhantes ao PPA6 desta pesquisa.

Os elevados valores da PH da dieta com inclusão de proteína animal corroboram os resultados encontrados em Silva *et al.* (2013a) no estudo de caso de um município do Rio Grande do Norte. Limitando o estudo ao consumo alimentar em restaurantes universitários, Strasburg e Jahno (2015) na cidade de Porto Alegre-RS, Giacomini e Ohnuma Júnior (2017) para os estudantes de Aracruz e Hatjiathanassiadou *et al.* (2019) na Universidade Federal do Rio Grande do Norte comprovaram que cardápios com produtos de origem animal têm uma maior PH.

#### 4. Considerações finais

Os resultados da pesquisa viabilizaram conhecer os padrões alimentares da população brasileira, a Pegada Hídrica envolvida e a relação entre estes padrões e o consumo nas diferentes regiões geográficas.

A pressão que a sociedade de consumo exerce sobre a finitude dos recursos naturais, potencializado pelo aumento da população, mostra a necessidade de mudanças nos hábitos de toda a sociedade em busca do desenvolvimento sustentável que promova a preservação do meio ambiente.

A pesquisa possibilitou identificar os principais padrões alimentares com os produtos que mais se destacam em suas composições, cujos dados avaliados por meio da Análise Fatorial mostraram os padrões que são mais frequentes e os menos comuns em cada UF e em cada recorte geográfico. Estas informações constituem a principal contribuição desta pesquisa, pois juntamente da Pegada Hídrica dos alimentos disponibilizadas pela *WaterStat*, permitem a utilização dos resultados no desenvolvimento de estratégias para incentivar a adoção de padrões alimentares que sejam menos agressivos ao meio ambiente, em função da demanda de água envolvida nos processos produtivos dos itens avaliados.

Considerando que a Pegada Hídrica é um indicador usado para identificar o nível de sustentabilidade de produtos e serviços, os resultados sobre a PH dos principais padrões alimentares da população brasileira contribuem com aspectos relevantes para o consumo sustentável, pois o conhecimento do impacto sobre os recursos hídricos favorece a tomada de decisões sobre a mudança de hábitos, incluindo eventual redução do consumo, pois pode fortalecer a visão crítica dos consumidores sobre o tema e sua busca por produtos com menor impacto negativo ao meio ambiente.

Adicionalmente, os resultados apurados também podem contribuir com a conscientização dos consumidores na busca por estilos de vida mais sustentáveis e em harmonia com a natureza, em sintonia com as diretrizes da meta 12.8 do ODS 12.

Dentre as dificuldades encontradas na pesquisa destaca-se o número limitado de publicações acadêmicas que associam a Pegada Hídrica aos hábitos de consumo brasileiro. Dessa forma, mais estudos sobre esse tema são necessários dada a escassez de recursos hídricos e a necessidade de sua preservação.

As limitações da pesquisa incluem aspectos relativos ao conceito de Pegada Hídrica, o qual prevê também o cálculo do consumo de água nas atividades domésticas e da aquisição de produtos e serviços, porém, tendo em vista que estas informações não estão disponíveis na POF, a pesquisa foi focada na identificação da Pegada Hídrica dos alimentos, sem considerar os demais aspectos de consumo da população brasileira. Portanto, para que futuros estudos possam incluir as demais componentes da Pegada Hídrica seria necessário um maior detalhamento nos dados da POF ou recorrer a fontes alternativas de dados, como pesquisa *ad hoc*, visando traçar um panorama sobre o nível de sustentabilidade do estilo de vida da população, de acordo com diferentes recortes geográficos, locais de residência, renda familiar e outras particularidades.

### Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

### Referências

- BEUX, F. *Pegada hídrica de aglomerados subnormais: o caso do Bairro Rocinha / Rio de Janeiro 2014*. 131p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências e Tecnologia - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual do Rio de Janeiro Rio de Janeiro, 2014.
- BEZERRA, F. A. Análise Fatorial. In: Corrar, L. J.; Paulo, E.; Dias Filho, J. M. (coord.) *Análise multivariada: para os cursos de Administração, Ciências Contábeis Economia*. São Paulo: Atlas, p. 73-130, 2017.
- DONG, L.; TONG, X.; LI, X.; ZHOU, J.; WANG, S.; LIU, B. Some developments and new insights of environmental problems and deep mining strategy for cleaner production in mines. *Journal of Cleaner Production*, 210, p. 1562–1578, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.291>
- FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P. *Manual de análise de dados*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.
- GIACOMIN, G. S.; OHNUMA JÚNIOR, A. A Estimativa da pegada hídrica de um grupo de alunos de uma instituição de ensino superior. *Revista Internacional de Ciências*, [s.l.], v. 7, n. 1, p. 49-63, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.12957/ric.2017.26113>
- GIL, A. C. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

- HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. *Análise multivariada de dados*. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- HATJIATHANASSIADOU, M. *et al.* Environmental Impacts of University Restaurant Menus: A Case Study in Brazil. *Sustainability*, v. 11, n. 19, 5157, 2019. doi:10.3390/su11195157
- HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K.; ALADAYA, M. M.; MEKONNEN, M. M. *Manual de avaliação da pegada hídrica: Estabelecendo o Padrão Global*. São Paulo: Earthscan, 2011.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *POF - Pesquisa de Orçamentos Familiares*, 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/24786-pesquisa-de-orcamentos-familiares-2.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 11 ago. 2023.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Metodologia Científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas S. A., 2003.
- LARES-MICHEL, M.; HOUSNI, F. E.; CERVANTES V. G. A.; REYES-CASTILLO, Z.; NAVA, R. M. M.; CAÑEDO, C. L.; LARIOS, M. J. L. The water footprint and nutritional implications of diet change in Mexico: a principal component analysis. *European Journal of Nutrition*, v. 61, p. 3201–3226, 2022. DOI: 10.1007/s00394-022-02878-z
- LATTIN, J.; CARROLL, J. D.; GREEN, P. E. *Análise de dados multivariados*. São Paulo: Cengage, 2011.
- MARACAJÁ, K. F. B. Nacionalização dos recursos hídricos: um estudo exploratório da Pegada Hídrica no Brasil. *Qualitas Revista Eletrônica*, v. 20, n. 3, p. 39-54, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.18391/req.v20i3.5385>
- MATOS, D. A. S.; RODRIGUES, E. C. *Análise Fatorial*. Brasília: Enap – Escola Nacional de Administração Pública, 2019.
- MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Value of Water Research Report Series*, n. 47, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, 2010a. Disponível em: <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report47-WaterFootprintCrops-Vol1.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2023.
- MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products. *Value of Water Research Report Serie*, n. 48, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, 2010b. Disponível em: <https://www.waterfootprint.org/resources/Report-48-WaterFootprint-AnimalProducts-Vol1.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2023.
- MIRANDA, M. B. Breve histórico do consumo e a proteção do consumidor. *Coluna Direito Empresarial & Defesa do Consumidor*, 2017 Disponível em: <http://estadodedireito.com.br/breve-historico-do-consumo-e-protecao-do-consumidor/>. Acesso em: 04 mar. 2023.
- NORTHEY, S. A.; MUDD, G. M.; SAARIVUORI, E.; WESSMAN-JÄÄSKELÄINEN, H.; HAQUE, N. Water footprinting and mining: Where are the limitations and opportunities? *Journal of Cleaner Production*, v. 135, p. 1098–1116, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.024>
- ONU. Organização das Nações Unidas. *Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável*. Nova Iorque: Nações Unidas, 2015.
- SENNETT, R. *A Corrosão do Caráter*. Rio de Janeiro: Record, 2001.
- SEVERINO, A. J. *Metodologia do trabalho científico*. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.
- SILVA, V. P. R. da; MARACAJÁ, K. F. B.; ARAÚJO, L. E. de; DANTAS NETO, J.; ALEIXO, D. O.; CAMPOS, J. H. B. C. Pegada hídrica de indivíduos com diferentes hábitos alimentares. *Revista Ambiente & Água*, v. 8, n. 1, p. 250–262, 2013a. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.967>
- SILVA, V. P. R. da; ALEIXO, D. O.; DANTAS NETO, J.; MARACAJÁ, K. F. B.; ARAÚJO, L. E. de. Uma medida de sustentabilidade ambiental: Pegada hídrica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n. 1, p. 100-105, 2013b.

- 
- SILVA, Y. F.; GRZEBIELUCKAS, C.; SANTOS, J. S. C. dos; RIBEIRO, M. A. Pegada Hídrica dos acadêmicos do curso de Ciências Contábeis da UNEMAT de Tangará da Serra MT. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 9, n. 3, p. 947-962, 2020. DOI: 10.19177/rgsa.v9e32020947-962
- SILVA, M. C. O.; SILVA, M. M. da; SANTOS, S. M.; BEZERRA, S. T. M.; SILVA, G. L. da; GONÇALVES, E. A. P. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 15, n. 1, p. 297-311, 2022. DOI: 10.26848/rbgf.v15.1.p4431-4445
- STRASBURG, V. J.; JAHNO, V. D. Sustentabilidade de cardápio: avaliação da pegada hídrica nas refeições de um restaurante universitário. *Ambiente e Água*, v. 10, n. 4, p. 903-914, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/ambiente.1664>
- UNCED. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. *Agenda 21 (global)*. Ministério do Meio Ambiente – MMA, 1992. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/se/agen21/ag21global/>. Acesso em: 11 ago. 2023.
- UTIKAVA, N. *Evolução da associação entre padrões alimentares brasileiros e pegada hídrica na primeira década do século XXI*. 2016, 133p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
- VALE, D.; DANTAS, N. M.; SOUZA, C. V. S. DE; HATJIATHANASSIADOU, M.; SEABRA, L. M. A. J. Pegada hídrica da alimentação de adolescentes do Brasil: relações com o consumo de fast food e o local de moradia. *Research Society and Development*, v. 10, n. 12, p. 1-12, 2021.
- VEBLEN, T. *Teoria da classe ociosa*, São Paulo, Nova Cultural, 1987.
- WRI BRASIL. World Resources Institute Brasil. *Ranking mostra onde há maior risco de faltar água no Brasil e no mundo*, 2023. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/blog/2019/08/ranking-mostra-onde-ha-maior-risco-de-faltar-agua-no-brasil-e-no-mundo>. Acesso em: 11 ago. 2023.