

**PADRÕES ESPAÇO-TEMPORAIS E
SOCIODEMOGRÁFICOS DE AGRAVOS
NUTRICIONAIS E ALIMENTARES DA
POPULAÇÃO BRASILEIRA**

SÃO LUÍS, MA

Julho - 2026

VICTOR NOGUEIRA DA CRUZ SILVEIRA

PADRÕES ESPAÇO-TEMPORAIS E SOCIODEMOGRÁFICOS DE AGRAVOS
NUTRICIONAIS E ALIMENTARES DA POPULAÇÃO BRASILEIRA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Universidade Federal do Maranhão como requisito à obtenção de título de doutor.

Orientador: Profa.Dra Ana Karina Teixeira da Cunha França

Co-orientador: Profa Dra Alcione Miranda dos Santos

SÃO LUÍS, MA

Julho - 2026

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Silveira, Victor Nogueira da Cruz.

Padrões espaço-temporais e sociodemográficos de agravos
nutricionais e alimentares da população brasileira /

Victor Nogueira da Cruz Silveira. - 2026.

106 f.

Coorientador(a) 1: Alcione Miranda dos Santos.

Coorientador(a) 2: Alexandra Schmidt.

Orientador(a): Ana Karina Teixeira da Cunha França.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Saúde
Coletiva/ccbs, Universidade Federal do Maranhão, São Luís,
2026.

1. Inquéritos Nutricionais. 2. Análise Espacial. 3.
Saúde Pública. I. Santos, Alcione Miranda dos. II.
França, Ana Karina Teixeira da Cunha. III. Schmidt,
Alexandra. IV. Título.

PADRÕES ESPAÇO-TEMPORAIS E SOCIODEMOGRÁFICOS DE AGRAVOS
NUTRICIONAIS E ALIMENTARES DA POPULAÇÃO BRASILEIRA

Victor Nogueira da Cruz Silveira

Tese aprovada em ____ de _____ de _____ pela banca
examinadora constituída dos seguintes membros

BANCA EXAMINADORA:

Ana Karina Teixeira da Cunha França
Orientadora
Universidade Federal do Maranhão

Alcione Miranda dos Santos
Co-orientadora
Universidade Federal do Maranhão

Eduarda Gomes Boguea
Examinador Externo à Instituição
Universidade Federal do Piauí

Sueli Ismael Oliveira da Conceição
Examinador Externo ao Programa
Universidade Federal do Maranhão

Poliana Cristina de Almeida Fonseca Viola
Examinador Interno
Universidade Federal do Maranhão

Luz Marina Gomez Gomez
Examinador Interno
Universidade Federal do Maranhão

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família, meu marido Diego, que esteve ao meu lado em todos os momentos desde minha graduação ao meu doutorado. Que compartilhou comigo todo o estresse e cujo companheirismo foi fundamental para que eu conseguisse finalizar essa Tese.

Aos meus pais, América e Luiz, que são meu alicerce e sempre me forneceram suporte em todos os momentos da minha vida. Minha irmã, Flávia, a quem me forneceu muitas risadas, parceria e companhia durante uma fase crucial do desenvolvimento desta Tese. E à minha tia, Marylene, a quem sempre se fez presente desde meu nascimento, e acompanhou todo meu desenvolvimento até minha formação como pesquisador.

À minha orientadora, que é muito querida por mim, e um exemplo de generosidade, atenção e zelo com todos. A professora Ana Karina esteve comigo em momentos de alegria e tristezas desde a graduação em Nutrição e me ajudou em tudo que precisei. Me apresentou ao mundo da iniciação científica e, se atualmente estou finalizando um doutorado, devo a ela por me incluir neste caminho. Obrigado pelo carinho e atenção, professora. Hoje lhe considero uma amiga.

À minha co-orientadora, professora Alcione Miranda, a quem me apresentou um universo novo e rico no mundo da pesquisa. Um exemplo de carisma e companheirismo com seus alunos e pares. É dito que os alunos, ao ingressarem na pós-graduação, escolhem seus orientadores, mas posso falar com orgulho que fui escolhido e adotado por alguém exemplar que me ensinou além da pesquisa científica. Obrigado por toda a parceria e companheirismo, professora. Nossa relação vai além de professora-aluno, posso orgulhosamente dizer que somos amigos.

À minha co-orientadora e preceptora de doutorado-sanduíche, professora Alexandra Schmidt. Seus ensinamentos vão além de uma relação formal de aluno e professor. Aprendi com você muito em nossos nove meses de convívio presencial, e não apenas conhecimento científico, mas de vida também. Em nossas reuniões, você costumava dizer regularmente o quanto seu orientador e guru acadêmico moldou sua trajetória e estilo, Alex. Atualmente posso dizer o mesmo de você, a considero a minha guru acadêmica e um dia aspiro ser tanto quanto você. Obrigado por me receber na McGill University e me apresentar um mundo completamente novo e fascinante. Suas contribuições foram valiosas e vão além do científico.

À Universidade Federal do Maranhão e ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva pelo ensino superior gratuito e de qualidade, o qual me proporcionou uma fundação sólida desde a graduação ao doutorado que orgulhosamente me fez pesquisador.

À McGill University que me recebeu de portas abertas e me permitiu vivenciar um dos períodos mais importantes da minha vida. Lá aprendi muito e cresci bastante como

profissional e pessoa.

Thank you to my colleagues at McGill University: Mariana, Céline, Alessya, Luz, Joy, Ella, Gabby, and Fernanda for being great role models not only in research, but also as friends.

À Guilherme Oliveira, quem se tornou um grande amigo e companheiro durante o verão em Montréal. Seu companheirismo foi fundamental durante minha estadia.

Aos meus amigos e companheiros de Trívia para Brasileiros em Montréal: Marco, Bianca, Ricardo, Camila, Bianca e Max. Obrigado por terem feito um maranhense no extremo norte do planeta não estar sozinho e se divertir bastante.

À minha ex-professora, Maria Tereza Borges Araújo Frota, meu muito obrigado pelo apoio, confiança e contribuição na minha formação profissional e acadêmica.

Às minhas queridas colegas de doutoramento, e sobretudo, amigas: Tamires, Larissa e Rafaela. Obrigado pela parceria e nossos almoços mensais. Vocês tornaram a caminhada do doutorado mais leve e divertida.

À Cleber e Carlos, queridos amigos que a pós-graduação me forneceu. Obrigado pela amizade, risadas e ombro amigo.

Aos meus queridos amigos: Igor, Gabriel, Sílvio, Jhones, Luiz, Henrique e Ana, que estão presentes em praticamente todos os dias do meu cotidiano. Obrigado pelos momentos de descontração e parceria.

À CAPES, agradeço o apoio financeiro crucial para a dedicação exclusiva às atividades do doutorado, bem como pela bolsa de doutorado sanduíche.

A todos o meu muito obrigado!

*“Para quem tem uma boa posição social,
falar de comida é coisa baixa.
É compreensível: Eles já comeram.”*

Bertold Brecht

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

1	Probabilidade posterior de consumo de AUP por item alimentar no grupo ≤ 19 anos	43
2	Probabilidade posterior de consumo de AUP por item alimentar no grupo ≥ 20 anos	44
3	Resumo posterior (média e limites dos intervalos de credibilidade de 95%) do parâmetro de mistura λ para cada alimento e grupo etário . .	46
4	Distribuição espacial dos efeitos aleatórios convoluídos por item alimentar no grupo ≤ 19 anos	47
5	Distribuição espacial dos efeitos aleatórios convoluídos por item alimentar no grupo ≥ 20 anos	48

LISTA DE TABELAS

1	Resumo do consumo de AUP e número de microrregiões nas cinco macrorregiões, Brasil, 2017	42
2	Probabilidade de cada variável em estudo compor o modelo por alimento e grupo etário, Brasil, 2017	44
3	Valores de WAIC (valores menores indicam melhor ajuste) nos diferentes modelos ajustados por alimento e grupo etário, Brasil, 2017	45
4	Razões de chances (Odds Ratio) e intervalos de credibilidade de 95% (entre parênteses) das variáveis selecionadas por alimento e grupo etário, Brasil, 2017	46

APRESENTAÇÃO DA TESE

Minha trajetória e interesse pelo tema central desta tese decorrem da necessidade de compreender a complexidade da transição nutricional no Brasil, um fenômeno marcado pelo paradoxo da persistência de formas graves de subnutrição infantil concomitante ao avanço acelerado do consumo de alimentos ultraprocessados. Diante das profundas desigualdades socioeconômicas e geográficas do país, percebi que responder a esses desafios exigia ir além das análises epidemiológicas tradicionais. Havia a necessidade de incorporar abordagens metodológicas robustas e modelos estatísticos sofisticados que fossem capazes de capturar como o território e o tempo moldam os agravos à saúde e guiam a formulação de políticas públicas de alimentação e nutrição.

Os resultados desta tese são apresentados em um artigo científico independentes que buscam mapear e compreender os padrões espaço-temporais dos agravos nutricionais no cenário brasileiro. O primeiro artigo, intitulado *Spatial Patterns and Sociodemographic Determinants of Ultra-Processed Food Consumption across Brazilian Microregions*, dedica-se a investigar o perfil de consumo e seus determinantes na atenção primária.

Gostaria de destacar que o desenvolvimento desta tese contou com uma valiosa experiência de internacionalização. Durante o processo de pesquisa, realizei um período de intercâmbio de doutorado sanduíche na *McGill University*, no Canadá, sob a supervisão da Professora Dra. Alexandra Schmidt. Essa colaboração institucional foi fundamental para o aprimoramento metodológico do trabalho, especialmente no que diz respeito às análises de padrões espaço-temporais sob a ótica bayesiana, permitindo uma troca de saberes que enriqueceu profundamente os resultados que constam no artigo *Spatiotemporal Trends in Malnutrition-related Hospitalization and Mortality Among Brazilian Children Under Five*.

SILVEIRA, Victor Nogueira da Cruz. **PADRÕES ESPAÇO-TEMPORAIS E SOCIODEMOGRÁFICOS DE AGRAVOS NUTRICIONAIS E ALIMENTARES DA POPULAÇÃO BRASILEIRA**, 2026, Tese (Doutorado em Saúde Coletiva) - Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva, Universidade Federal do Maranhão, 80f.

RESUMO

Os agravos nutricionais antropométricos e alimentares representam condições deletérias que impactam a qualidade de vida e futuro de indivíduos e populações. Usualmente, ambos estão intrinsecamente ligados, uma vez que o consumo alimentar inadequado de produtos industriais, como alimentos ultraprocessados (AUP), afeta o estado nutricional. Ademais, por se tratarem de condições multifatoriais, elementos sociodemográficos também atuam sobre ambos. Dessa forma, esta tese analisou as condições sociodemográficas que atuavam diretamente sobre o consumo de AUP na população brasileira ≥ 10 anos de idade (Artigo 1), assim como identificou as combinações de efeitos que aumentavam ou reduziam o consumo de AUP e INMP em adultos brasileiros (Artigo 2). Além disso, analisou-se a tendência, progressão e fatores associados a internações por mortalidade provocada por desnutrição (Artigo 3) e a distribuição espacial do consumo de determinadas classes de AUP em quatro faixas etárias distintas por microrregiões brasileiras (Artigo 4). Para avaliar a relação entre preditores sociodemográficos e o consumo de ultraprocessados nas microrregiões brasileiras, empregou-se uma abordagem de modelagem hierárquica bayesiana. Inicialmente, a seleção de variáveis foi realizada por meio da técnica Spike-and-Slab, que permite a inclusão probabilística de covariáveis no preditor linear. A estrutura espacial foi analisada comparando cinco modelos (Nulo, Independente, CAR, BYM e BYM2) pelo Critério de Informação de Watanabe-Akaike (WAIC). O modelo BYM2 apresentou o melhor ajuste, permitindo decompor a variância residual em dois componentes: um efeito aleatório estruturado, que captura a dependência espacial entre vizinhos, e um efeito não estruturado, associado à heterogeneidade específica, ambos ponderados por um parâmetro de mistura. As análises foram executadas no ambiente R, utilizando o pacote Rstan para amostragem via cadeias de Markov Monte Carlo (MCMC) e o R-INLA para o cálculo do fator de escala da variância espacial. A convergência das cadeias foi assegurada pelo diagnóstico de Gelman-Rubin e pela inspeção dos traceplots. Esta estrutura estatística permitiu o controle da autocorrelação espacial e a identificação precisa dos determinantes sociodemográficos do consumo alimentar. Os resultados indicam uma elevada prevalência de consumo de alimentos ultraprocessados (AUP) no Brasil, com destaque para o público jovem (≤ 19 anos), que superou os adultos em todas as categorias, especialmente em bebidas adoçadas com açúcar (BAA - 66,1%) e doces/biscoitos (59,1%). Espacialmente, observou-se maior probabilidade de consumo de BAA e doces no Centro-Oeste e Sudeste, enquanto salsichas e salgadinhos concentraram-se no litoral nordestino e região Sul. A seleção de variáveis por meio de Spike-and-Slab identificou o Programa Bolsa Família (PBF), o analfabetismo e a renda como os principais preditores. No modelo final (BYM2), microrregiões com maior adesão ao PBF apresentaram menores chances de consumo de BAA entre jovens ($OR = 0,86$) e de carnes processadas entre adultos ($OR = 0,93$), mas maiores chances de consumo de salgadinhos ($OR = 1,11$). A análise dos efeitos aleatórios confirmou a existência de forte dependência espacial (λ elevado), indicando que o entorno geográfico influencia os padrões alimentares. Adultos apresentaram uma dispersão mais homogênea de consumo pelo território, enquanto, entre

os jovens, os aglomerados de alto consumo foram mais localizados, reforçando a implementação de políticas públicas regionalmente estruturadas existentes para o controle de AUP. Os achados revelam uma distribuição heterogênea do consumo de ultraprocessados no Brasil, com maior prevalência entre crianças e adolescentes, especialmente de bebidas adoçadas e doces. O impacto do Programa Bolsa Família foi dual: atuou como fator protetor no consumo de bebidas e salsichas, mas associou-se ao aumento do consumo de salgadinhos entre adultos. A análise espacial confirmou padrões regionais, com maior consumo concentrado no Sul e no Sudeste. Conclui-se que o ambiente socioeconômico e a idade moldam as escolhas alimentares, o que demanda políticas públicas regionalizadas que fortaleçam a educação nutricional e o acesso a alimentos in natura para mitigar as desigualdades em saúde.

Palavras-chave: Inquéritos Nutricionais; Fatores Sociodemográficos; Análise espacial; Saúde pública; Brasil

SILVEIRA, Victor Nogueira da Cruz. **Spatial Patterns and Sociodemographic Determinants of Ultra-Processed Food Consumption across Brazilian Microregions**, 2025, Thesis (PhD in Collective Health) - Postgraduate Program in Collective Health, Federal University of Maranhão, 80p.

ABSTRACT

Nutritional issues, manifesting in both anthropometric and dietary terms, represent detrimental conditions that impact the quality of life and future prospects of individuals and populations. These issues are typically intertwined, as inadequate dietary intake—specifically of industrial products such as ultra-processed foods (UPFs)—directly affects nutritional status. Furthermore, given their multifactorial nature, sociodemographic factors also influence both aspects. Accordingly, this thesis analyzed the sociodemographic conditions directly influencing UPF consumption among the Brazilian population aged 10 years and older (Article 1) and identified combinations of effects that increased or decreased the consumption of UPFs and inadequate nutritional/metabolic profiles (INMP) among Brazilian adults (Article 2). Furthermore, the trend, progression and factors associated with hospitalizations for mortality caused by malnutrition were analyzed (Article 3) and the spatial distribution of consumption of certain classes of UPF in four different age groups by Brazilian micro-regions (Article 4). A Bayesian hierarchical modeling approach was employed to assess the relationship between sociodemographic predictors and ultra-processed food consumption across these micro-regions. Variable selection was initially performed using the Spike-and-Slab technique, which allows for the probabilistic inclusion of covariates in the linear predictor. Spatial structure was analyzed by comparing five models (Null, Independent, CAR, BYM, and BYM2) using the Watanabe-Akaike Information Criterion (WAIC). The BYM2 model provided the best fit, allowing the residual variance to be decomposed into two components: a structured random effect capturing spatial dependence between neighbors, and an unstructured effect associated with specific heterogeneity, both weighted by a mixing parameter. Analyses were conducted in the R environment, utilizing the Rstan package for Markov Chain Monte Carlo (MCMC) sampling and R-INLA to calculate the spatial variance scaling factor. Chain convergence was verified via the Gelman-Rubin diagnostic and visual inspection of traceplots. This statistical framework enabled the control of spatial autocorrelation and the precise identification of sociodemographic determinants of food consumption. The results indicate a high prevalence of ultra-processed food (UPF) consumption in Brazil, particularly among the youth population (≤ 19 years old), who surpassed adults in all categories—most notably regarding sugar-sweetened beverages (SSB – 66.1%) and sweets/cookies (59.1%). Spatially, a higher probability of SSB and sweets consumption was observed in the Central-West and Southeast regions, whereas the consumption of sausages and savory snacks was concentrated along the Northeastern coast and in the South. Variable selection using the Spike-and-Slab method identified the *Bolsa Família* Program (PBF), illiteracy, and income as the primary predictors. In the final model (BYM2), micro-regions with higher PBF participation showed lower odds of SSB consumption among youth ($OR = 0.86$) and processed meat consumption among adults ($OR = 0.93$), but higher odds of savory snack consumption ($OR = 1.11$).

Analysis of random effects confirmed strong spatial dependence (high λ), indicating that the geographic environment influences dietary patterns. Adults exhibited a more homogeneous distribution of consumption across the territory, whereas high-consumption clusters among youth were more localized, reinforcing the need for existing regionally structured public policies aimed at controlling UPF consumption. The findings reveal a heterogeneous distribution of ultra-processed food consumption in Brazil, with higher prevalence among children and adolescents—particularly regarding sugar-sweetened beverages and sweets. The impact of the *Bolsa Família* Program was twofold: it acted as a protective factor regarding the consumption of beverages and sausages but was associated with increased savory snack consumption among adults. Spatial analysis confirmed regional patterns, with higher consumption concentrated in the South and Southeast. It is concluded that the socioeconomic environment and age shape dietary choices, necessitating regionalized public policies that strengthen nutrition education and access to unprocessed foods in order to mitigate health inequalities.

Keywords: Nutritional Surveys; Sociodemographic Factors; Spatial Analysis; Public Health; Brazil

SUMÁRIO