

Padrões de Subnutrição Infantil no Estado do Ceará: Uma Análise Estratificada por Regiões e Grupos Sociais

Daniel de Amaral da Silva¹, André Filipe de Medeiros¹,
Antonio Rafael Braga^{1,2}, Anna Karine Gurgel³, Danielo G. Gomes¹

¹Grupo de Redes de Computadores, Engenharia de Software e Sistemas (GREAT)
Departamento de Engenharia de Teleinformática
Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza - CE

²Redes de Computadores – Campus Quixadá,
Universidade Federal do Ceará (UFC), Quixadá-CE

³Iris LabGov - Laboratório de Inovação e Dados do Governo do Ceará
Fortaleza – CE

[andredemedeiros, danielamaral]@alu.ufc.br
karine.gurgel@casacivil.ce.gov.br
[rafaelbraga, danielo]@ufc.br

Abstract. *Child malnutrition remains a significant public health concern in Brazil, especially in the state of Ceará. Here we provide a comprehensive analysis of malnutrition patterns in Ceará, focusing on regional disparities and differences among social groups. Using data from the Food and Nutrition Surveillance System (SISVAN) from 2019 to 2023, we examined Height-for-Age Deficit (HAD) in children aged 0 to 5 across five health regions. Statistical analyses, including chi-square tests and negative binomial regression, suggest that both geographic location and belonging to social groups significantly impact child malnutrition levels. Interestingly, one encouraging finding is that indigenous identity and participation in community groups were linked to a reduction in HAD cases.*

Resumo. *A subnutrição infantil continua sendo uma preocupação significativa de saúde pública no Brasil, particularmente no Estado do Ceará. Este artigo apresenta uma análise abrangente dos padrões de subnutrição no Ceará, focando nas suas disparidades regionais e diferenças entre grupos sociais. Utilizando dados do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN) de 2019 a 2023, examinou-se o Déficit de Altura por Idade (DAI) em crianças de 0 a 5 anos em cinco regiões de saúde. Análises estatísticas, incluindo testes qui-quadrado e regressão binomial negativa, sugerem que tanto a localização geográfica quanto a pertença a grupos sociais influenciam significativamente os níveis de subnutrição infantil. Em particular, uma conclusão não óbvia e animadora é que a identidade indígena e a participação em grupos comunitários foram associadas a uma redução nos casos de DAI.*

1. Introdução

A subnutrição infantil persiste como um desafio significativo de saúde pública em todo o Brasil e, particularmente, no Estado do Ceará. Definida como uma condição em que

a dieta habitual de um indivíduo é insuficiente para fornecer a energia necessária para uma vida saudável [FAO et al. 2023], a subnutrição no Ceará é um fenômeno complexo, enraizado em fatores históricos, sociais e geográficos.

Historicamente, o Ceará enfrentou períodos críticos de seca nos séculos XIX e XX, exacerbando as desigualdades sociais e acentuando a subnutrição em segmentos vulneráveis da população [Fé et al. 2021]. Esta herança histórica continua a influenciar os padrões atuais de subnutrição no estado, demandando uma análise que considere tanto as causas quanto as consequências deste problema persistente.

O Estado do Ceará apresenta uma diversidade geográfica, socioeconômica e cultural significativa, refletida em suas cinco regiões de saúde: Fortaleza, Sobral, Cariri, Sertão Central e Litoral Leste/Jaguaribe. Cada região exibe características distintas que influenciam os perfis de subnutrição, incluindo níveis variados de urbanização, acesso a serviços de saúde, práticas alimentares tradicionais e vulnerabilidade socioeconômica. Esta heterogeneidade regional enfatiza a necessidade de uma abordagem contextualizada no estudo e combate à subnutrição infantil.

Além das disparidades regionais, é crucial considerar as especificidades dos diversos grupos sociais presentes no Ceará. Comunidades indígenas, quilombolas, ribeirinhas e outras populações tradicionais frequentemente enfrentam desafios únicos em termos de segurança alimentar e nutricional [Corrêa and Silva 2022]. Estes desafios podem estar relacionados a fatores como acesso limitado a alimentos nutritivos, práticas culturais específicas ou impactos de mudanças ambientais em seus modos de vida tradicionais. A compreensão da interação entre estes fatores e as condições regionais é fundamental para o desenvolvimento de políticas públicas eficazes e culturalmente sensíveis.

Para identificar e monitorar a subnutrição, diversos indicadores são empregados, considerando parâmetros como localidade, características da sociedade e iniciativas de diferentes setores. Entre estes, o *Déficit* de Altura para Idade (DAI) em crianças destaca-se como um indicador robusto do nível de subnutrição de uma sociedade [Masset 2011]. O DAI não apenas reflete o status nutricional, mas também apresenta alta correlação com outros indicadores sociais, como a taxa de mortalidade [Svedberg 2000]. No Brasil, o DAI é amplamente utilizado em estudos sobre subnutrição alimentar para identificar municípios com maior necessidade de intervenções políticas, a exemplo de estudos realizados pela Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional [CAISAN 2018].

Neste artigo, analisam-se os padrões de subnutrição no Ceará utilizando dados do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN) para o período de 2019 a 2023, focando no *Déficit* de Altura para Idade (DAI) em crianças de 0 a 5 anos. A metodologia empregada inclui a extração e análise de dados antropométricos do SISVAN, considerando variáveis como período, abrangência geográfica, faixa etária, etnias e povos. A população foi estratificada em grupos sociais distintos, incluindo Povos Comunitários e Povos Indígenas.

A análise estatística compreende uma série de métodos: o teste qui-quadrado de homogeneidade para comparar proporções de desnutrição entre regiões, seguido de testes post-hoc com correção de Bonferroni para identificar diferenças específicas entre pares de regiões. O teste de Levene foi aplicado para avaliar a homogeneidade da variância nos níveis de desnutrição. Um modelo de regressão binomial negativa foi utilizado para

analisar a influência da etnia e do povo nos índices de desnutrição, enquanto um modelo logístico multinomial foi empregado para analisar a frequência de ranqueamento de fome por regiões de saúde entre os grupos sociais. Complementarmente, realizou-se uma análise geoespacial das taxas de desnutrição por região de saúde.

2. Material e Métodos

2.1. Obtenção dos Dados

Os dados antropométricos utilizados neste estudo foram extraídos do Relatório de Estado Nutricional do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN)¹. O SISVAN é uma ferramenta abrangente que integra dados de três sistemas: o Sistema de Gestão do Programa Bolsa Família na Saúde (SISPBF - DATASUS), o sistema e-SUS Atenção Básica (e-SUS AB), e o próprio sistema SISVAN Web [Camilo et al. 2011].

A extração dos dados foi realizada por meio de um *script* automatizado, considerando os seguintes parâmetros:

- Período: Anos de 2019 a 2023;
- Abrangência geográfica: Estado do Ceará;
- Agrupamentos: Município e Região de Saúde²;
- Faixa etária: Crianças de 0 a 5 anos;
- Etnias: Indígenas e Não Indígenas;
- Povos: 22 categorias, incluindo Povos Quilombolas, Marisqueiros, entre outros
- Sistemas de origem: Todos (Sisvan Web, DATASUS e e-SUS AB);
- Indicador principal: *Déficit* de Altura para Idade (DAI).

Para uma análise regional mais abrangente, o estado do Ceará foi dividido em cinco Superintendências Regionais de Saúde: Fortaleza, Norte, Cariri, Sertão Central e Litoral Leste/Jaguaribe. Esta divisão possibilita uma análise mais granular e representativa das variações regionais.

Para uma análise estratificada da subnutrição, a população amostrada foi estratificada em dois grupos sociais distintos: Povos Comunitários (englobando diversas comunidades tradicionais, tais como: Quilombolas, Agroextrativistas, Caiçaras e Seringueiros) e Povos Indígenas. Esta estratificação permite uma avaliação mais precisa das disparidades nutricionais entre diferentes grupos sociais no estado. A variável focal do estudo é o *Déficit* de Altura por Idade (DAI), aplicado a crianças de zero a cinco anos. O DAI é calculado como a porcentagem de crianças com altura muito baixa ou baixa para a idade, servindo como um indicador robusto de subnutrição crônica.

2.2. Análise Estatística

A análise estatística foi conduzida utilizando uma variedade de métodos para abordar diferentes aspectos da desnutrição no Ceará. Para comparar as proporções de desnutrição entre as diferentes regiões de saúde, utilizou-se o teste qui-quadrado de homogeneidade. Este teste é particularmente adequado para comparar proporções entre grupos independentes [McHugh 2013]. As hipóteses testadas foram:

¹<https://sisaps.saude.gov.br/sisvan/>

²<https://www.saude.ce.gov.br/institucional/regionalizacao/>

H_0 : As proporções de subnutrição são iguais em todas as regiões de saúde.

H_1 : As proporções de subnutrição diferem entre pelo menos duas regiões de saúde.

Adicionalmente, realizou-se um teste post-hoc de proporções pareadas com correção de Bonferroni para identificar diferenças específicas entre pares de regiões.

Para avaliar a homogeneidade da variância nos níveis de desnutrição entre as regiões de saúde, aplicou-se o teste de Levene. Este teste é robusto a desvios da normalidade e eficaz na comparação de variâncias entre grupos [Gastwirth et al. 2009]. Utilizou-se um modelo de regressão binomial negativa para analisar como a etnia e o povo influenciam os índices de desnutrição. Este modelo é particularmente adequado para dados de contagem que apresentam sobredispersão [Hilbe 2007]. O modelo pode ser representado pela equação:

$$\log(\mathbb{E}(\text{DAI}_i)) = \beta_0 + \beta_1 \times \text{Etnia}_i + \beta_2 \times \text{Povo}_i + \log(\#\text{Amostras}_i)$$

na qual $\mathbb{E}(\text{DAI}_i)$ é o valor esperado de DAI para a observação i , β_0 é o intercepto, β_1 e β_2 são os coeficientes para etnia e povo, respectivamente, e $\log(\#\text{Amostras}_i)$ é o offset³.

Para analisar se os grupos sociais apresentam a mesma frequência de ranqueamento de fome por regiões de saúde, utilizou-se um modelo logístico multinomial. Este modelo é apropriado para variáveis categóricas ordinais com mais de duas categorias [Agresti 2012]. Para essa análise, o DAI (%) foi dividido em três partes iguais, através da definição de dois quantis (0,33 e 0,66). Os municípios com DAI (%) abaixo do quantil 0,33 foram categorizados com baixa desnutrição e aqueles acima do quantil 0,66 foram categorizados com alta desnutrição.

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R (versão 4.1.0), com um nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$) adotado para todos os testes de hipóteses e conclusões. Esta abordagem metodológica abrangente permitiu examinar as disparidades regionais e as diferenças entre grupos sociais de maneira robusta e estatisticamente significativa.

3. Resultados

A análise revelou padrões complexos e multifacetados de subnutrição no Ceará, com variações significativas entre regiões de saúde e grupos sociais. A Figura 1 apresenta uma representação visual das taxas médias de desnutrição nas diferentes regiões de saúde do Ceará. O mapa mostra que Sobral e Cariri têm as maiores taxas de desnutrição (cerca de 13%, Tabela 1), Fortaleza tem uma taxa moderada (cerca de $\approx 10\%$, Tabela 1), enquanto Sertão Central e Litoral Leste/Jaguaribe têm as menores taxas (entre 9 e 10%, Tabela 1). Essa representação visual está alinhada com os dados apresentados na Tabela 1, que mostra as estatísticas detalhadas do *Déficit* de Altura por Idade (DAI) por região de saúde.

O teste qui-quadrado forneceu evidência estatística suficiente ($p < 0,001$) para rejeitar a hipótese nula de igualdade nas proporções de desnutrição entre as regiões de

³Termo de ajuste (peso) incluído no modelo de regressão para levar em conta a quantidade de observações em que os eventos foram registrados, permitindo assim uma comparação justa entre diferentes grupos.

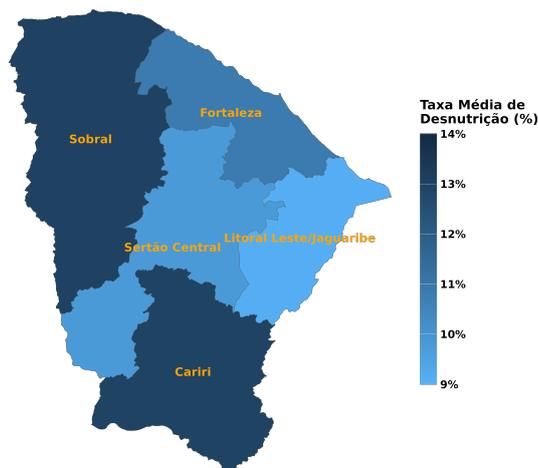


Figura 1. Taxas de desnutrição por região de saúde no Estado do Ceará.

Tabela 1. Resumo das estatísticas de déficit de altura por idade por região de saúde do estado do Ceará.

Região de Saúde	Déficit de Altura por Idade (DAI)			
	Média (\pm D. Padrão)	Mediana	Mínimo	Máximo
Fortaleza	10,9% (\pm 3,0%)	10,5%	6,6%	20,8%
Cariri	13,0% (\pm 10,2%)	12,9%	0,0%	46,2%
Sertão Central	9,8% (\pm 9,2%)	13,2%	0,0%	25,0%
Litoral Leste/Jaguaribe	9,1% (\pm 8,6%)	11,0%	0,0%	33,3%
Sobral	13,1% (\pm 2,9%)	13,0%	7,8%	18,7%

saúde do Ceará, ao nível de 95% de confiança. Os testes post-hoc subsequentes, utilizando comparações pareadas com correção de Bonferroni, demonstraram diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,001$) nas proporções de desnutrição entre todas as regiões de saúde analisadas. Esses resultados sugerem que cada região possui um perfil epidemiológico único em termos de desnutrição, possivelmente influenciado por uma série de fatores socioeconômicos, culturais e de acesso a serviços de saúde específicos de cada área.

Além das diferenças inter-regionais, observou-se variações intra-regionais significativas. O teste de Levene, aplicado para avaliar a heterogeneidade da desnutrição entre municípios, resultou em significância estatística ($p < 0,001$) ao nível de 95% de confiança. Este resultado indica que a variabilidade nos níveis de desnutrição difere significativamente entre as regiões de saúde, sugerindo que algumas regiões apresentam níveis de desnutrição mais homogêneos entre seus municípios, enquanto outras exibem maior heterogeneidade. Esta disparidade na variância pode ser indicativa de diferenças na eficácia e alcance das políticas de saúde ou na distribuição de recursos entre e dentro das regiões.

Ao analisar a influência dos grupos sociais na subnutrição, através do modelo de regressão binomial negativa (Tabela 2), notou-se que a identidade indígena está associada

a uma redução de aproximadamente 2,3% ($1 - \exp(-0,0228)$) no número esperado de casos de *Déficit* de Altura para Idade (DAI), mantendo outros fatores constantes. Ainda mais notável, a pertença aos Povos Comunitários está associada a uma redução substancial de aproximadamente 12,5% ($1 - \exp(-0,1339)$) nos casos esperados de DAI. Esses resultados enfatizam a importância crítica de considerar os contextos socioculturais nas estratégias de combate à desnutrição.

Tabela 2. Resultados do modelo de regressão binomial negativa

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	IC Inferior	IC Superior
Intercepto	-2.0623	0.0049	-2.0719	-2.0528
Povos Indígenas	-0.0228	0.0114	-0.0454	-0.0003
Povos Comunitários	-0.1399	0.0110	-0.1612	-0.1186

Os testes de razão de verossimilhança subsequentes corroboraram que tanto a etnia quanto o povo ao qual o indivíduo pertence são fatores estatisticamente significativos ($p < 0,001$) na explicação da variação nos níveis de desnutrição, com a comunidade apresentando um impacto particularmente pronunciado.

O modelo logístico multinomial revelou padrões complexos de subnutrição entre regiões e grupos sociais, como ilustrado na Figura 2. A análise das razões de chances (RC) mostrou disparidades significativas. Em comparação com a categoria de referência (fome média e região de Fortaleza), os Povos Indígenas apresentaram maior probabilidade de baixo déficit de DAI ($RC \approx 17,89$), mas também risco elevado de fome alta ($RC \approx 2,37$). Os Povos Comunitários mostraram um padrão ainda mais acentuado (RC baixo $\approx 141,41$; RC alto $\approx 5,73$), embora este resultado possa ser influenciado por uma possível baixa amostragem, sugerindo a necessidade de estudos mais aprofundados.

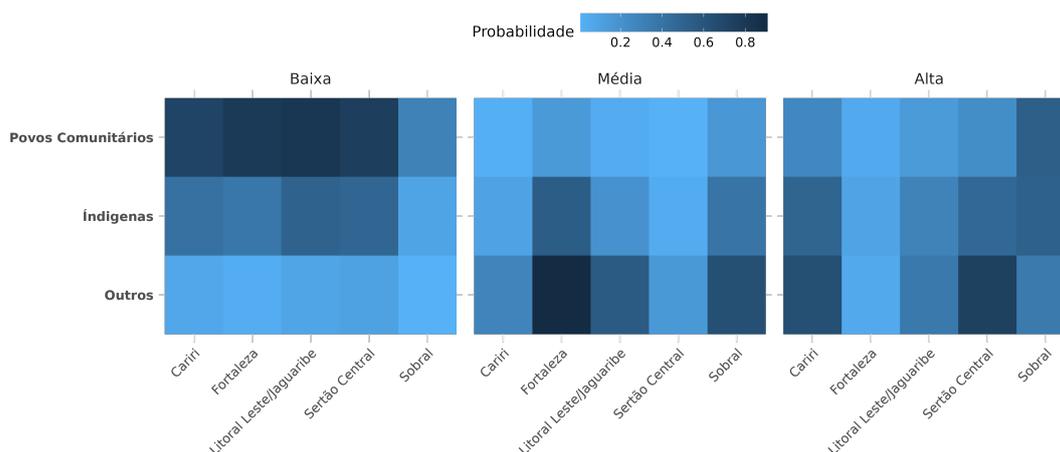


Figura 2. Mapa de calor mostrando as probabilidades previstas de categorias de fome por grupo social e região.

As diferenças regionais também foram notáveis. O Sertão Central apresentou o maior risco para fome alta ($RC \approx 74,47$) e baixa ($RC \approx 17,57$), seguido por Cariri e Sobral, este último com risco aumentado para fome alta mas reduzido para fome baixa. Estes resultados sugerem uma distribuição bimodal da subnutrição em certos grupos e regiões, possivelmente refletindo disparidades socioeconômicas ou no acesso a recursos.

A análise da variabilidade da subnutrição, realizada através do teste de Levene, demonstrou diferenças significativas em todas as regiões ($p < 0,001$), com o Sertão Central apresentando a maior disparidade ($F = 320,66$) e o Litoral Leste/Jaguaribe a menor ($F = 13,617$). Estes achados ressaltam a complexidade do fenômeno da subnutrição no Ceará, evidenciando a necessidade de abordagens diferenciadas e localmente adaptadas para o combate à subnutrição infantil no estado.

4. Conclusão

Este artigo analisa de forma original e abrangente os padrões de subnutrição infantil no Estado do Ceará, revelando disparidades significativas entre regiões de saúde e grupos sociais. A análise estatística, utilizando dados do SISVAN de 2019 a 2023, mostrou variações consideráveis nas taxas de Déficit de Altura por Idade (DAI) entre as cinco regiões de saúde do estado. As regiões de Sobral e Cariri apresentaram as maiores taxas de subnutrição (cerca de 13%), enquanto o Sertão Central e o Litoral Leste/Jaguaribe mostraram as menores taxas (entre 9% e 10%). Estas diferenças foram estatisticamente significativas, indicando que cada região possui um perfil epidemiológico único em termos de subnutrição infantil.

A análise dos grupos sociais traz à luz discussões interessantes. Uma conclusão não óbvia é que a identidade indígena e a pertença a grupos comunitários estão associadas a uma redução nos casos esperados de DAI. Especificamente, a identidade indígena foi relacionada a uma redução de 2,3% nos casos de DAI, enquanto a pertença aos Povos Comunitários mostrou uma redução substancial de 12,5%. O modelo logístico multinomial revelou padrões complexos de fome entre os grupos sociais e regiões. Por exemplo, a população indígena mostrou menor probabilidade de fome média, mas maior probabilidade de fome baixa e alta (comportamento bimodal) em comparação com outros grupos. Povos comunitários compartilharam do mesmo comportamento, porém, mais acentuado.

As diferenças regionais na variabilidade da subnutrição entre grupos sociais, evidenciadas pelo teste de Levene, sugerem que os fatores que influenciam a subnutrição interagem de maneira complexa com as características geográficas e socioeconômicas de cada região. A região do Sertão Central, por exemplo, apresentou a maior disparidade na variabilidade da desnutrição entre grupos sociais, indicando a necessidade de intervenções mais focalizadas nesta área.

Recomenda-se a consideração destes resultados como indicadores para políticas públicas de saúde e nutrição no Ceará. Eles sugerem que as estratégias de combate à subnutrição infantil devem ser adaptadas não apenas às características regionais mas também às especificidades dos diferentes grupos sociais. Destaca-se ainda a importância de considerar fatores protetores presentes em comunidades tradicionais os quais podem gerar ideias criativas para estratégias de prevenção e mitigação da subnutrição.

Agradecimentos

Danielo G. Gomes agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de produtividade (processo 311845/2022-3) e à FUNCAP pelo apoio financeiro na execução do projeto Cientista Chefe da Transformação Digital do Estado do Ceará (processo 06681109/2023).

Referências

- Agresti, A. (2012). *Categorical data analysis*, volume 792. John Wiley & Sons.
- CAISAN (2018). *Mapeamento da Insegurança Alimentar e Nutricional com foco na Desnutrição a partir da análise do Cadastro Único, do Sistema Nacional de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN) e do Sistema de Informação da Atenção à Saúde Indígena (SIASI) 2016*. Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional (CAISAN). https://www.mds.gov.br/webarquivos/arquivo/seguranca_alimentar/caisan/Publicacao/Caisan_Nacional/Estudo_tecnico_Mapainstan_2018.pdf [Acessado em: 16/04/2024].
- Camilo, S. M. B., Camilo, G. B., Toledo, G. C., Júnior, R. D. C., and Toledo, C. C. (2011). Vigilância nutricional no brasil: criação e implementação do sisvan. *Revista de APS*, 14(2).
- Corrêa, N. A. F. and Silva, H. P. d. (2022). Comida de quilombo e a desnutrição infantil na amazônia paraense: uma análise com base no mapeamento da insegurança alimentar e nutricional. *Segurança Alimentar e Nutricional*, 29(00):e022020.
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP, and WHO (2023). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2023: Urbanization, agrifood systems transformation and healthy diets across the rural–urban continuum*, volume 2023. Food and Agriculture Organization (FAO). <https://openknowledge.fao.org/items/445c9d27-b396-4126-96c9-50b335364d01> [Acessado em: 16/04/2024].
- Fé, M. A. B. M., Oliveira, L. C. d., and Ávila, M. M. M. (2021). Histórico da participação do estado e da sociedade civil na formulação da política estadual de segurança alimentar e nutricional no ceará. *Saúde e Sociedade*, 30:e190072.
- Gastwirth, J. L., Gel, Y. R., and Miao, W. (2009). The Impact of Levene’s Test of Equality of Variances on Statistical Theory and Practice. *Statistical Science*, 24(3):343 – 360.
- Hilbe, J. M. (2007). Negative binomial regression: Preface. In *Negative Binomial Regression: Preface*.
- Masset, E. (2011). A review of hunger indices and methods to monitor country commitment to fighting hunger. *Food policy*, 36:S102–S108.
- McHugh, M. L. (2013). The chi-square test of independence. *Biochemia medica*, 23(2):143–149.
- Svedberg, P. (2000). *Poverty and undernutrition: theory, measurement, and policy*. Clarendon press.